



MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

ANÁLISE DE RISCOS NA ATIVIDADE DE ABERTURA DE VALA EM AMBIENTE URBANO

Ricardo Nuno Bessa Rocha Ferreira

Orientador: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista (Professor Associado, FEUP)

Arguente: Professora Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues (Professor Auxiliar, U.Aveiro)

Presidente do Júri: Professor Doutor José Manuel Soutelo Soeiro de Carvalho (Professor Associado, FEUP)

2014



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt

ISN: 3599*654



Telefone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Eletrónico: feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Ao Professor João Baptista, pela disponibilidade prestada durante a elaboração desta dissertação.

À EDP – Gás, pela total disponibilização das suas obras para as filmagens dos trabalhos em vala.

À Redegás e em especial aos seus colaboradores, por serem os atores do vídeo que fundamentou os resultados desta dissertação.

A todos os técnicos de segurança que aplicaram as três metodologias.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta dissertação, especialmente aqueles que pacientemente compreenderam os meus momentos de stress e de ausência.

RESUMO

Os acidentes de trabalho devem-se a diversos fatores entre eles incluem-se o colapso de estruturas, o mau estado de conservação de equipamentos e acessórios de construção, falta de formação adequada em segurança e uma avaliação do risco irrealista. Estes fatores são muito prováveis em trabalhos de construção civil tais como trabalhos de escavação. A abertura de vala para obras “urbanas” normalmente não envolve grande complexidade, o que em muitos casos leva ao aligeiramento das medidas de prevenção, originando acidentes que acarretam a perda de vidas humanas.

Na génese desta dissertação está a identificação duma metodologia de avaliação dos riscos que reduza a subjetividade da interpretação da informação existente por parte de quem a vai aplicar.

Nos últimos anos a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) desenvolveu uma metodologia, a qual designaram por “ Metodologia Integrada de Avaliação de Riscos – MIAR”.

O objetivo desta dissertação é otimizar uma metodologia que permita duma forma expedita, a identificação de perigos e avaliação dos riscos, em que o fator subjetividade do aplicador é reduzido. Por forma a avaliar a validade dessa metodologia, esta foi comparada com duas metodologias já validadas e consideradas viáveis, a metodologia de William Fine e a NTP 330.

Para garantir que todos os aplicadores das metodologias, vão analisar a mesma atividade, desenvolveu-se um pequeno vídeo com as várias fases do processo, minimizando desta forma a diversidade de conhecimentos dos aplicadores para a atividade em questão. Na elaboração do vídeo, foram colocadas alguns erros propositados, no intuito de avaliar a forma como cada aplicador analisa a situação. A atividade foi avaliada por 15 observadores (Técnicos Superiores de Segurança).

Foram analisadas as condições em que são realizados os trabalhos em vala para identificar os aspetos que possam ser um risco para o trabalhador – impactes negativos.

Analisados os resultados obtidos da avaliação pelos três métodos, dos trinta e oito riscos de segurança identificados, pode-se constatar que os resultados do método MIAR estão concentrados em níveis de risco inferiores aos obtidos pelos outros dois métodos. Da aplicação dos três métodos para a mesma situação, foi possível verificar que o MIAR foi mais consensual, sendo o método William Fine o menos consensual dos três.

A metodologia NTP330 leva em algumas situações a avaliações díspar dependendo do observador, o que pode descredibilizar as medidas a aplicar para a prevenção e minimização dum risco. O método William Fine, é um método que extremamente influenciado pela subjetividade do aplicador. A metodologia de William Fine assim como a metodologia NTP330, não tem em consideração o número de trabalhadores expostos a determinado risco.

O MIAR permite a identificação de perigos e avaliação dos riscos, em que o fator subjetividade do aplicador está minimizado, em comparação com as outras duas metodologias.

A metodologia proposta proporciona resultados credíveis, no entanto ainda não são totalmente livres do fator subjetividade do aplicador, e está ajustado à realidade das atividades desenvolvidas na abertura de vala. É influenciado por critérios concretos para cada atividade, como o tempo de exposição e extensão do impacte.

Palavras-chave: MIAR, Escavação, Vala, Metodologia, Avaliação dos riscos, Construção

ABSTRACT

Working accidents are due to several factors which include collapse of structures, poor condition of equipment and construction tools, lack of proper safety training and unrealistic risk assessment. These factors are very common in construction works such as excavation. The opening of a trench for "urban" spaces usually don't implicate a great complexity which in many cases leads to a lightening prevention measures causing mortal accidents.

The genesis of this thesis is the identification of a risk assessment methodology that reduces the subjectivity of the existing information interpretation by those who will apply it.

In the last years, Faculty of Engineering of the University of Porto (FEUP) has developed a methodology entitled "Methodology of Integrated Evaluation of Risks - MIAR".

The aim of this thesis is to optimize a methodology that allows you in a quick, to identify hazards and determine risk assessment minimizing the subjectivity factor of the applier. To assess the validity of this methodology, it was compared with two other methodologies that were already authenticated and considered viable; William Fine's methodology and NTP 330.

To ensure that all the appliers of the three methodologies analyses the same activity, it was developed a short video with the different stages of the process. That consequently minimizes the assortment of knowledge of the appliers for the activity in question. In order to assess how each applicator analyses the situation, were introduced in the video some intentional fails. The activity was evaluated by fifteen level V Safety technicians.

The trench working conditions were analysed in order to identify which risks the worker is exposed to - Negative impacts.

After analysing the final results of the 38 risks evaluation by three different methods, we can notice that the MIAR results are concentrated in lower risk levels than the other two methods. The MIAR method was the most consensual and William Fine's method the least consensual of the three methods applied to the same situation. The NTP 330 methodology leads to some situations in which assessment is divergent depending on the observer, which discredit the measures to be applied to prevent and minimize the risk. The William Fine's method is a methodology widely influenced by the subjectivity of the applicator. The William Fine methodology as well as NTP330 methodology, don't have into account the number of workers exposed to a certain risk.

The MIAR method allows a hazard identification and risk assessment in which the subjectivity of the applicator factor is minimized comparing to the other two methodologies.

The proposed methodology provides truthful results, however they are not totally free of the subjectivity factor of the applier, and it is adjusted to the real activities of a trench opening. It is influenced by specific criteria for each activity such as exposure time and impact extension.

Keywords: MIAR, Digging, Trench, Methodology, Risk evaluation, Construction
MIAR, digging vala, método, avaliação dos riscos, construção

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| PARTE 1 | 1 |
| 1 INTRODUÇÃO | 3 |
| 2 ESTADO DA ARTE..... | 5 |
| 2.1 Enquadramento Legal e Normativo | 5 |
| 2.2 Enquadramento Científico | 7 |
| 2.3 Critérios de Triagem | 9 |
| 2.4 Fontes de Informação..... | 9 |
| 2.5 Pesquisa..... | 9 |
| 2.6 Processo de compilação da informação | 12 |
| 2.7 Metodologias Identificadas na Literatura para Avaliação dos Riscos | 18 |
| 2.7.1 HAZOP - Hazard and Operability | 19 |
| 2.7.2 Árvore de Falhas – Fault Tree Analysis..... | 20 |
| 2.7.3 Análises de “What-If? | 20 |
| 2.7.4 Análise do Modo e Efeito de Falhas (FMEA) | 21 |
| 2.7.5 NTP 330 - Método Simplificado de Avaliação de Riscos | 21 |
| 2.7.5.1 Nível de Deficiência (ND) | 22 |
| 2.7.5.2 Nível de Exposição (NE) | 23 |
| 2.7.5.3 Nível de Probabilidade (NP) | 23 |
| 2.7.5.4 Nível de Consequência (NC) | 24 |
| 2.7.5.5 Nível de Risco (NR) e Nível de Intervenção (NI) | 25 |
| 2.7.6 William Fine | 25 |
| 2.7.7 Metodologia integrada de avaliação de impactes ambientais e de riscos de segurança e higiene ocupacionais | 28 |
| 2.7.7.1 Caracterização das entradas e saídas dos processos..... | 28 |
| 2.7.7.2 Identificação de perigos para a segurança e higiene ocupacional..... | 29 |
| 2.7.7.3 Identificação de aspetos e avaliação de riscos de segurança e higiene ocupacional | 29 |
| 2.7.7.4 Hierarquização de impactes de segurança e higiene ocupacional..... | 29 |
| 2.7.7.5 Análise das opções de minimização ou controlo dos riscos de segurança e higiene e ocupacional | 29 |
| 2.7.7.6 Etapa de implementação e avaliação da adequabilidade do plano de controlo. | 30 |
| 2.7.7.7 Parâmetros de avaliação dos impactes | 30 |
| 2.7.7.8 Critérios de avaliação dos impactes | 30 |
| 2.8 Resultados da pesquisa | 31 |
| 3 OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS..... | 33 |
| 3.1 Objetivos da Dissertação..... | 33 |
| 3.2 Materiais e Métodos..... | 33 |
| 3.2.1 Métodos de trabalho..... | 34 |

| | | |
|--------------|---|----|
| 3.2.2 | Envolvente e contexto..... | 34 |
| 3.2.3 | Equipamentos, protocolos e questionários/inquéritos | 35 |
| 3.2.3.1 | Identificação de riscos | 35 |
| 3.2.3.2 | Parâmetros de avaliação | 38 |
| 3.2.3.3 | Princípios de avaliação | 39 |
| 3.2.4 | Índice de risco..... | 41 |
| 3.2.5 | Inquéritos / Questionários..... | 41 |
| PARTE 2..... | | 43 |
| 4 | RESULTADOS | 45 |
| 4.1 | Resultados das Avaliações de Riscos de acordo com o Método MIAR..... | 46 |
| 4.2 | Resultados das Avaliações de Riscos de acordo com o Método NTP330..... | 51 |
| 4.3 | Resultados das Avaliações de Riscos de acordo com o Método William Fine | 56 |
| 4.4 | Resultados estatísticos das Avaliações de Riscos..... | 62 |
| 5 | Análise e DISCUSSÃO de resultados | 67 |
| 5.1 | Método MIAR | 67 |
| 5.2 | Método NTP 330 | 67 |
| 5.3 | Método William Fine..... | 68 |
| 5.4 | Discussão dos Resultados | 69 |
| 6 | CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS | 73 |
| 6.1 | Conclusões..... | 73 |
| 6.2 | Perspetivas Futuras | 74 |
| 7 | BIBLIOGRAFIA | 75 |
| ANEXOS | | 77 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Dispersão dos Resultados pelo Método MIAR..... | 67 |
| Figura 2 – Dispersão dos Resultados pelo Método NTP330 | 68 |
| Figura 3 – Dispersão dos Resultados pelo Método William Fine..... | 69 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Esquema da Pesquisa Bibliográfica | 8 |
| Tabela 2 – Resultados das primeiras pesquisas | 10 |
| Tabela 3 – Resultados das segundas pesquisas | 10 |
| Tabela 4 – Resultados da terceira pesquisa | 11 |
| Tabela 5 – Exemplo de processo de compilação – parte 1 | 14 |
| Tabela 6 – Exemplo de processo de compilação - parte2 | 15 |
| Tabela 7 – Exemplo de processo de compilação – parte 3 | 15 |
| Tabela 8 – Exemplo de processo de compilação –parte 4 | 16 |
| Tabela 9 – Exemplo de processo de compilação –parte 5 | 17 |
| Tabela 10 – Métodos de análise de riscos identificados na pesquisa bibliográfica | 18 |
| Tabela 11 – Determinação do Nível de Deficiência | 22 |
| Tabela 12 – Determinação do Nível de Exposição | 23 |
| Tabela 13 – Significado dos diferentes Níveis de Probabilidade..... | 24 |
| Tabela 14 – Determinação do Nível de Consequência | 24 |
| Tabela 15 – Significado dos Níveis de Intervenção..... | 25 |
| Tabela 16 – Significados da Justificação | 26 |
| Tabela 17 – Consequências dos Acidentes | 26 |
| Tabela 18 – Exposição aos acidentes | 26 |
| Tabela 19 – Probabilidade de acidente | 26 |
| Tabela 20 – Índice de risco e prioridade de intervenção segundo a magnitude do risco obtida... | 27 |
| Tabela 21 – Fator de Custo (FC)..... | 27 |
| Tabela 22 – Grau de correção (Gc)..... | 27 |
| Tabela 23 – Índice de Risco e intervalos de pontuação | 30 |
| Tabela 24 – Vantagens e desvantagens dos grupos de Metodologias..... | 31 |
| Tabela 25 – Perigos e Riscos de Segurança e Higiene Ocupacionais em Trabalhos em Vala | 36 |
| Tabela 26 – Perigos e Riscos de Impactes Ambientais..... | 38 |
| Tabela 27 – Parâmetros de avaliação para os riscos de segurança e higiene ocupacionais | 40 |
| Tabela 28 – Intervalos de pontuação do Índice de Risco..... | 41 |
| Tabela 29 – Tabela de resultados das avaliações de riscos pelo método MIAR | 46 |
| Tabela 30 – Tabela de resultados das avaliações de riscos pelo método NTP330 | 51 |
| Tabela 31 – Tabela de resultados das avaliações de riscos pelo método William Fine..... | 56 |
| Tabela 32 – Tabela de análise estatística dos resultados das avaliações de riscos | 62 |

GLOSSÁRIO/SIGLAS/ABREVIATURAS

ACT – Autoridade para as Condições de Trabalho

ARS – Avaliação de riscos de Segurança

C – Construction

DR – Diário da Republica

EPC – Equipamento de Proteção Coletiva

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

HAZOP - Hazard and Operability Study

INSHT – Instituto Nacional e Seguridad e Higiene en el Trabajo

MIAR - Metodologia Integrada de Avaliação de Riscos

RA – Risk Assessment

REM – Risk Evaluation Method

RSTCC - Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil

SCIE - Segurança Contra Incêndio

SDI – Serviço de Documentação e Informação

SPQ – Sistema Português da Qualidade

T – Trench

TSS – Técnico Superior de Segurança

PARTE 1

1 INTRODUÇÃO

Os acidentes de trabalho devem-se a diversos fatores entre eles incluem-se o colapso de estruturas, o mau estado de conservação de equipamentos e acessórios de construção, falta de formação adequada em segurança e uma avaliação do risco irrealista. Estes fatores são muito prováveis em trabalhos de construção civil tais como trabalhos de escavação.

Grande parte das escavações destina-se a valas de largura, profundidade e tempo de abertura reduzidos, para a instalação ou reparação de infraestruturas urbanas. A abertura de vala para obras “urbanas” normalmente não envolvem grande complexidade, o que em muitos casos leva ao aligeiramento das medidas de prevenção, originando acidentes que acarretam a perda de vidas humanas.

Os acidentes por soterramento representam cerca de 9% do total de mortes em acidentes de trabalho na construção civil (ACT - Autoridade para as Condições de Trabalho, 2012; ACT - Autoridade para as Condições de Trabalho, 2011, 2013; ACT - Autoridade para as Condições do Trabalho, 2010). Quase sempre, estas mortes acontecem por desrespeito dos normativos legais, consagrados no “Regulamento de Segurança no Trabalho de Construção Civil”, transcrito para a legislação nacional no Decreto n.º 41821 de 1958. Os acidentes mortais em “vala” são normalmente resultantes de erros técnicos e humanos e raramente resultam de circunstâncias fortuitas. A legislação Nacional, em especial o DL n.º 273/2003 de 29 de Outubro, é perentória a indicar as obrigações dos diversos intervenientes numa empreitada, assim como a necessidade de identificação dos perigos e avaliação dos riscos de todas as atividades.

Entre os muitos tipos de trabalhos de construção civil, os trabalhos em vala e no subsolo estão entre os mais sujeitos a acidentes devido à incerteza e ambientes perigosos. A segurança dos trabalhos de abertura de valas em meios urbanos pode ser afetada por vários fatores, como por exemplo má identificação em planta das infraestruturas existentes, infraestruturas desconhecidas, metodologia de abertura de vala inadequada, infraestruturas existentes na envolvente com muros, casas, árvores, etc., procedimentos de gestão da segurança, climáticas, condições do local, etc.. Entre eles está a qualidade do projeto em relação à segurança. Uma vez que muitos casos as decisões definidas em projeto, podem afetar a segurança no momento da construção; deve haver uma atenção elevada com a segurança durante a fase de projeto. Atualmente, os intervenientes no projeto geralmente concentram-se na criação de uma infraestrutura segura para a sua utilização, limitando-se a nenhuma ou mínima, se alguma, preocupação na segurança da construção. Por outras palavras, os projetistas não consideram a segurança um parte integrante do projeto nem consideram o impacto do projeto na segurança da construção.

Na fase de preparação da obra, é desenvolvida uma avaliação de riscos de segurança (ARS) e determina-se as medidas de prevenção a implementar, baseadas em estatísticas, probabilidades e experiencia do avaliador.

A ARS é o pilar de qualquer prática de segurança em qualquer setor. A ARS é um processo complexo que implica ter em conta diversos parâmetros, que são de difícil quantificação. O processo ARS não pode ser considerado como um objetivo independente. É uma fase que está integrada dentro de um processo mais geral de gestão de risco ocupacional. As especificidades do trabalho na indústria da construção civil implicam que a incerteza seja inerente a qualquer condição (Tam, Zeng, & Deng, 2004).

A natureza do trabalho varia de tarefas físicas severas, para operações totalmente mecanizadas. Muitas vezes, é realizado sob condições climáticas extremas e em áreas isoladas ou, pelo contrário, muito congestionadas.

A visão generalista do risco assume que os riscos são caracterizados por algumas combinações de propriedades, como probabilidade, severidade, intencionalidade, espontaneidade, a desorganização, a falta de conhecimento e falta de liderança, mas nenhum deles é essencial.

Realmente, não existe um conjunto universal de regras para caracterizar o risco. A caracterização deve depender do contexto em que ocorre o risco. Assim, os modelos ARS devem levar em conta o contexto e o intuito da análise.

Conceitos a montante do conceito de risco ocupacional - por exemplo, falha humana, desempenho de segurança, condições de trabalho, físicas, químicas ou de risco biológico, fatores são vistos a partir de uma metodologia e ponto de vista, em vários trabalhos, mas sempre numa abordagem específica e restrita, não mostrando consistentes interfaces.

A consideração dos conceitos de risco a jusante apresenta a mesmo tipo de recursos expressa no parágrafo anterior, particularmente no que diz respeito à maneira pela qual a análise do acidente é tomada em consideração.

Muitos autores (Faber & Stewart, 2003; Kentel & Aral, 2004; Nilsen & Aven, 2003; Pender, 2001; Tixier, Dusserre, Salvi, & Gaston, 2002; Wang & Ruxton, 1997) discutiram as limitações dos métodos probabilísticos para a avaliação de riscos na segurança e afirmam que as incertezas incluem escassos ou incompletos dados, erros de avaliação, dados obtidos a partir de pareceres de peritos, ou a interpretação subjetiva de informação disponível que não podem ser tratados apenas com métodos estatísticos ou probabilísticos tradicionais. Os métodos probabilísticos de avaliação de riscos não são objetivos, uma vez que não reconhecem a sua subjetividade.

Na génese desta dissertação está a identificação duma metodologia de avaliação dos riscos que reduza a subjetividade da interpretação da informação existente por parte de quem a vai aplicar. A metodologia deve ter em conta principalmente as características:

- Da atividade de abertura de vala,
- Dos equipamentos de trabalho existentes para a atividade,
- Das infraestruturas existentes na envolvente,
- Da infraestruturas enterradas no local.

Nos últimos anos a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP) desenvolveu uma metodologia, a qual designaram por “ Metodologia Integrada de Avaliação de Riscos – MIAR”. Esta metodologia já foi aplicada em diversos cenários tendo-se verificado que é uma metodologia muito fiável, independentemente do utilizador que a aplica (F. A. Antunes, Baptista, & Diogo, 2010; Pereira, 2010; Silva, 2010).

O objetivo desta dissertação é aplicar a MAIAIRO à atividade de abertura de vala em ambiente urbano, e verificar se a sua fiabilidade e propor alterações à metodologia no sentido de melhorar a aplicabilidade e a fiabilidade dos resultados obtidos.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Enquadramento Legal e Normativo

2.1.1 Enquadramento Legal

Esta dissertação teve como base os requisitos jurídicos definidos pela legislação portuguesa, de forma a implementar medidas de prevenção e limitação da exposição dos trabalhadores e de toda a envolvente do estaleiro aos acidentes envolvendo trabalhos de abertura de vala em ambiente urbano. Salientam-se de todo este enquadramento legal os seguintes diplomas legais que passo a enumerar:

Promoção da Segurança e Saúde no local de Trabalho

- Lei 3/2014 de 28 de Janeiro - Altera o Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho (Assembleia da República, 2014)
- Lei 102/2009 de 10 de Setembro - Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho (Assembleia da República, 2009b)
- Lei 7/2209 de 12 de Fevereiro - Código do Trabalho (Assembleia da República, 2009a)
- Decreto-lei 220/2008 de 12 de Novembro - Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio - SCIE (Ministério da Administração Interna, 2008)

Ruído

- Decreto-Lei 182/2006, de 6 de Setembro - Relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos – ruído (Ministério do Trabalho e da Segurança Social, 2006) .

Vibrações

- Decreto-Lei 46/2006, de 24 de Fevereiro - Prescrições mínimas de proteção da saúde segurança dos trabalhadores em caso de exposição aos riscos devidos a agentes físicos – vibrações (Ministério do Trabalho e Segurança Social, 2006).

Máquinas e Equipamentos de Trabalho

- Decreto-Lei 103/2008, de 24 de Junho - Regras relativas à colocação no mercado e entrada em serviço das máquinas e respetivos acessórios (Ministério da Economia e da Inovação, 2008)
- Decreto-Lei 50/2005, de 25 de Fevereiro - Prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho (Ministério das Actividades Económicas e do Trabalho, 2005a)
- Portaria n.º 58/2005, de 25 de Fevereiro – Estabelece as normas relativas as condições de emissão dos certificados de aptidão profissional (CAP), relativos aos perfis funcionais de: Condutor /manobrador de equipamentos de movimentação de terras; Condutor / manobrador de equipamentos de elevação (Ministério das Actividades Económicas e do Trabalho, 2005b)
- Decreto-Lei 214/95, de 18 de Agosto - Condições de utilização e comercialização de máquinas usadas, visando a proteção da saúde e segurança dos utilizadores e de terceiros (Ministério da Indústria e Energia, 1995)

Movimentação manual de cargas

- Decreto-Lei 330/93, de 25 de Setembro - Prescrições mínimas de segurança e de saúde na movimentação manual de cargas (Ministério do Emprego e da Segurança Social, 1993b)

Equipamentos de proteção individual (EPI)

- Decreto-Lei 348/93, de 1 de Outubro - Prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamento de proteção individual no trabalho (Ministério do Emprego e da Segurança Social, 1993a)

Trabalho na Construção Civil

- Decreto-Lei n.º 41820 de 11 de Agosto de 1958 - Estabelece a fiscalização e infrações as normas de segurança para proteção do trabalho nas obras de construção civil (Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958a)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958a)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958a)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958a)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958b)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958b)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958b)("Decreto 41820 de 11 de Agosto de 1958 - Promulgação de várias disposições atinentes à segurança e protecção do trabalho nas obras de construção civil. Diário da Republica n.º 175 serie I")("Decreto 41820 de 11 de Agosto de 1958 - Promulgação de várias disposições atinentes à segurança e protecção do trabalho nas obras de construção civil. Diário da Republica n.º 175 serie I")(Decreto 41820 de 11 de Agosto de 1958 - Promulgação de várias disposições atinentes à segurança e protecção do trabalho nas obras de construção civil. Diário da Republica n.º 175 serie I)(Decreto 41820 de 11 de Agosto de 1958 - Promulgação de várias disposições atinentes à segurança e protecção do trabalho nas obras de construção civil. Diário da Republica n.º 175 serie I)(Decreto 41820 de 11 de Agosto de 1958 - Promulgação de várias disposições atinentes à segurança e protecção do trabalho nas obras de construção civil. Diário da Republica n.º 175 serie I)(Decreto 41820 de 11 de Agosto de 1958 - Promulgação de várias disposições atinentes à segurança e protecção do trabalho nas obras de construção civil. Diário da Republica n.º 175 serie I)
- Decreto-Lei n.º 41821 de 11 de Agosto de 1958 - Aprova o Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil – RSTCC (Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958b)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958b)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958b)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958b)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958b)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958a)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958a)(Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social, 1958a)("Decreto 41821 de 11 de Agosto de 1958 - Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil. Diário da Republica n.º 175 serie I")("Decreto 41821 de 11 de Agosto de 1958 - Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil. Diário da Republica n.º 175 serie I")(Decreto 41821 de 11 de Agosto de 1958 - Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil. Diário da Republica n.º 175 serie I)(Decreto 41821 de 11 de Agosto de 1958 - Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil. Diário da Republica n.º 175 serie I)(Decreto 41821 de 11 de Agosto de 1958 - Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil. Diário da Republica n.º 175 serie I)(Decreto 41821 de 11 de Agosto de 1958 - Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil. Diário da Republica n.º 175 serie I)
- Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de Outubro – Estabelece regras gerais de planeamento, organização e coordenação para promover a segurança, higiene e saúde no trabalho em estaleiros da construção(Minstério da Segurança Social e do Trabalho, 2003)

Sinalização de Segurança

- Portaria n.º 1456-A/95 de 11 de Dezembro - Regulamenta as prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e saúde no trabalho (república, 1995)
- Decreto Regulamentar n.º 22-A/98 de 1 de Outubro – Regulamento de Sinalização de Trânsito (Ministério da Administração Interna, 1998)

2.1.2 Enquadramento Normativo

Os documentos normativos são também um dos pilares desta dissertação. De acordo com a redação dada pela Lei n.º 3/2014 de 28 de Janeiro ao “Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho”, no artigo 11º:

“1 — As normas e especificações técnicas na área da segurança e da saúde no trabalho relativas, nomeadamente, a metodologias e a procedimentos, a critérios de amostragem, a certificação de produtos e equipamentos são aprovadas no âmbito do SPQ.

2 — As diretrizes práticas desenvolvidas pela Organização Internacional do Trabalho e Organização Mundial de Saúde, bem como as normas e especificações técnicas nacionais a que se refere o número anterior, constituem referências indispensáveis a ser tidas em conta nos procedimentos e medidas adotados em cumprimento da legislação sobre segurança e saúde no trabalho, bem como na produção de bens e equipamentos de trabalho” (Assembleia da República, 2014).

- DIN 4124 – Excavations and trenches
- NP 4397:2008 – Sistema de gestão da segurança e saúde do trabalho
- NTP 278: Zanjás – Prevención del desprendimiento de tierras
- OSHA 1926 – Subpart P: Excavations

2.2 Enquadramento Científico

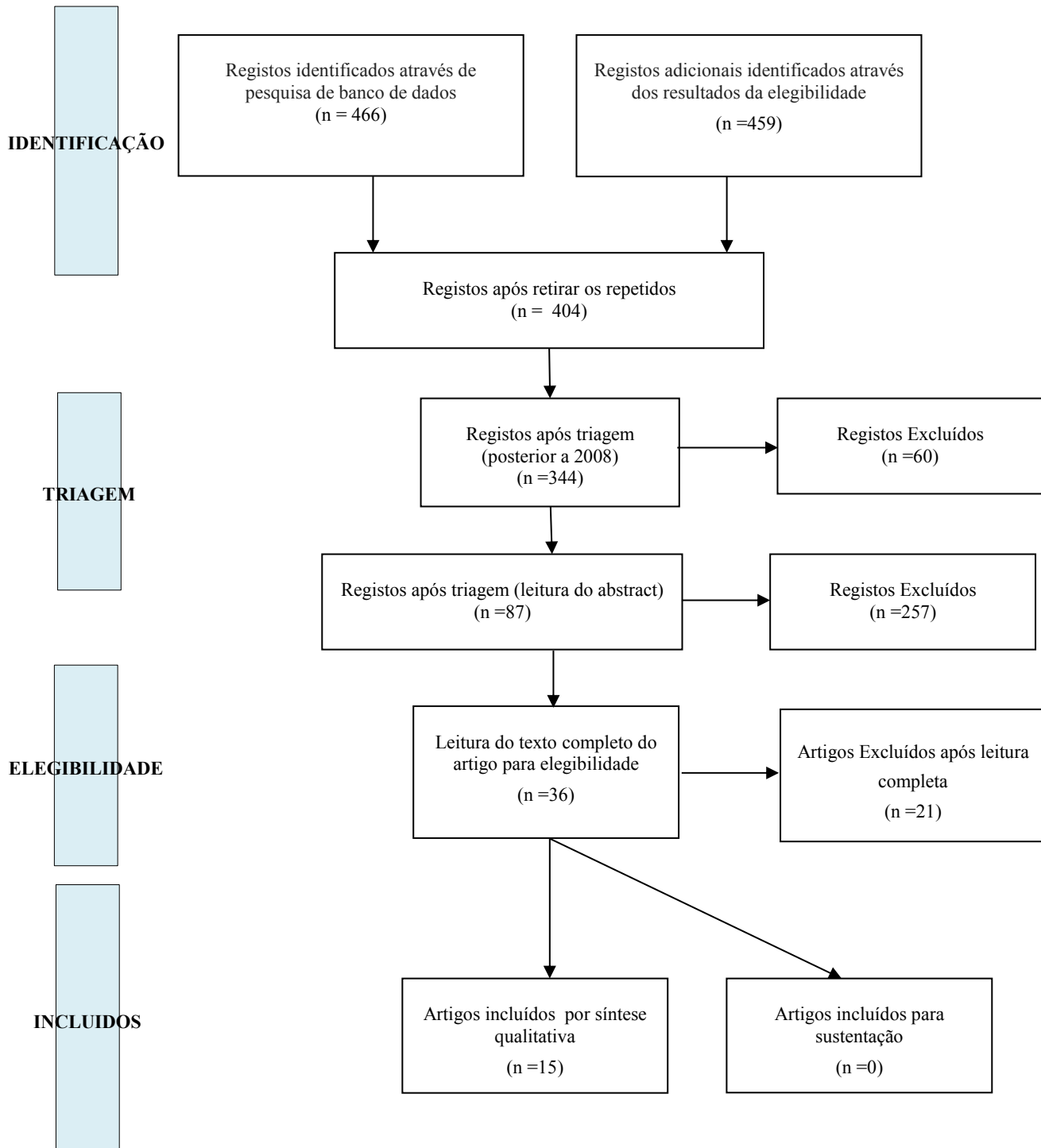
A pesquisa bibliográfica foi baseada numa metodologia de revisão sistemática designada por Prisma 2009.

O objetivo da metodologia PRISMA é ajudar autores realizar uma grande variedade de revisões sistemáticas, mantendo uma garantia de reprodutibilidade e rastreabilidade da mesma.

O autor considera como revisão sistemática, toda a revisão duma questão claramente formulada que usa métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes, e para recolher e analisar dados dos estudos incluídos na revisão.

Apresenta-se em seguida, na tabela 1, um resumo esquemático e quantitativo da pesquisa bibliográfica realizada.

Tabela 1 – Esquema da Pesquisa Bibliográfica



2.3 Critérios de Triagem

Antes de iniciar a pesquisa bibliográfica, foram definidos critérios de triagem que se passa a indicar:

1. Os artigos tinham que estar identificados em bases de dados credíveis
2. Os artigos tinham que estar escritos em inglês
3. Os artigos triados inicialmente tinham que ser posteriores a 2008 (este critério não se aplica aos artigos identificados durante a leitura completa, para sustentação dos mesmos
4. Abstract ordenado corretamente

2.4 Fontes de Informação

Como é indicado nos critérios de triagem só foram aceites os artigos que estão identificados em bases de dados credíveis. Foram consideradas bases de dados credíveis as disponíveis nos Serviços de Documentação e Informação – SDI da FEUP.

Tendo em conta o tema desta dissertação, dentro das bases de dados disponíveis foram pesquisadas as seguintes bases de dados:

- Academic Search Complete
- Inspec
- Science & Technology Proceedings
- Scopus
- Web of Science

Após as primeiras pesquisas, reduziu-se o leque de bases de dados para três.

- Academic Search Complete
- Scopus
- Web of Science

No que diz respeito às restantes bases de dados disponíveis no SDI, o autor considerou que embora cumpram os critérios de credibilidade, estas bases de dados são alimentadas por temáticas não desenvolvidas nesta dissertação.

2.5 Pesquisa

A pesquisa desenvolvida para determinação do enquadramento científico existe, no que diz respeito a metodologias de avaliação de riscos ocupacionais, iniciou-se com a identificação de algumas palavras-chaves.

- a) Safety assessment
- b) Safety evaluation method
- c) Risk analysis
- d) Risk assessment
- e) Risk evaluation method
- f) Construction
- g) Trench

Após a identificação das palavras-chave, iniciou-se uma pesquisa simples em cada uma das bases de dados, tendo-se obtido resultados que rapidamente fizeram com que se mudasse a estratégia.

Tabela 2 – Resultados das primeiras pesquisas

| Palavra-chave | Base de Dados | | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------|----------------------------------|---------|----------------|
| | Academic Search Complete | Inspec | Science & Technology Proceedings | Scopus | Web of Science |
| Safety assessment | 33131 | 0 | 22525 | 623578 | 38011 |
| Safety evaluation | 36698 | 0 | 21959 | 687291 | 39275 |
| Risk analysis | 20159 | 0 | 232353 | 2740685 | 346009 |
| Risk assessment (RA) | 112432 | 0 | 90071 | 1730253 | 152959 |
| Risk evaluation method (REM) | 12444 | 0 | 25945 | 867447 | 11887 |
| Construction (C) | 647565 | 0 | 154308 | 1663788 | 36064 |
| Trench (T) | 5217 | 0 | 6722 | 75646 | 14570 |

A segunda estratégia para a pesquisa, passou por:

- Excluir a bases de dado que não apresentara dados significativos – Inspec
- Exclui os resultados das bases de dados “Scopus”, e “Science & Technology Proceedings” tendo em conta a variedade de temas apresentados, em todas as pesquisas feitas o controlo dos mesmos seria impossível.
- Excluir algumas palavras-chave – Safety assessment, Safety evaluation e risk analysis, devido à incorreção técnica das mesmas
- As pesquisas passaram a ser com duas palavras-chave

Tabela 3 – Resultados das segundas pesquisas

| Palavra-chave | Base de Dados | |
|---------------|--------------------------|----------------|
| | Academic Search Complete | Web of Science |
| RA + T | 15 | 17 |
| RA+C | 3438 | 2061 |
| RA+REM | 7908 | 3310 |
| T+C | 499 | 358 |
| T+REM | 0 | 1 |
| C+REM | 455 | 390 |

Destas pesquisas retirar-se as seguintes elações:

- As pesquisas RA+T e T+REM à primeira parecem ser uma boa forma de afunilar os resultados. Desta pesquisa só se obtiveram resultados que não se enquadram com o tema da dissertação ou com metodologias de renovação de infraestruturas enterradas em abertura de vala. Estes resultados não foram considerados nesta dissertação.

- Na pesquisa T+C não foram detetados resultados sobre metodologias de análise de riscos. Estes resultados não foram considerados nesta dissertação.
- Foi necessário criar uma pesquisa com palavras-chave mais complexas.

Na terceira pesquisa foram utilizadas as seguintes palavras-chave - “Construction risk assessment” e “Risk evaluation method”, tendo obtido os resultados apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Resultados da terceira pesquisa

| Palavra-chave | Base de Dados | |
|---------------|--------------------------|----------------|
| | Academic Search Complete | Web of Science |
| (C+RA) +REM | 331 | 135 |

Após a identificação destes quatrocentos e sessenta e seis (466) registos e retirados os registos repetidos, foi aplicado o terceiro critério de triagem – Artigos posteriores a 2008 – o que reduziu a pesquisa a duzentos e quarenta (240) registos.

O quarto critério de triagem refere-se à qualidade do abstract. Para avaliar este critério, considerei que o abstract tinha que ter quatro períodos bem definidos e de acordo com a sequência.

- 1º - Introdução ao tema
- 2º - A razão da existência deste estudo
- 3.º - Metodologia aplicada \ O que foi feito
- 4.º - Conclusão

Da aplicação do quarto critério o número de registos reduziu para setenta e sete (77). Neste critério foi aberto uma exceção para um artigo em que no abstract não foi possível identificar a parte referente à introdução (Hong, Lee, Shin, Nam, & Kong, 2009). Esta exceção deve-se à forma como o restante artigo foi desenvolvido.

Terminada a fase de triagem, foi iniciada a fase de elegibilidade do artigo. Nesta fase foram excluídos cinquenta e um (51) artigos por terem certas características que só serviam para desprezar e repetir a informação compilada. Salientam-se os seguintes fatores de exclusão:

- O autor do artigo apresentou outro artigo que é o desenvolvimento do primeiro
- Um dos artigos foi excluído por falta de acesso ao texto completo (Dėjus & Antuchevičienė, 2013)
- Já existirem diversos artigos sobre essa metodologia, que o autor da dissertação considerou serem mais completos e alinhados com o tema da dissertação
- A metodologia ser totalmente direcionada para a fase de projeto ou gestão da obra

Dos vinte e seis (26) artigos lidos na sua totalidade o autor incluiu onze (11) artigos por apresentarem metodologias de revisão sistematizadas que vão de encontro ao método Prisma 2009 a aplicar nesta dissertação.

Nos 11 artigos lidos, foram analisadas as bibliografias dos mesmos tendo sido detetados quatrocentos e cinquenta e nove (459) registos bibliográficos. Todos estes registos foram alvos da mesma triagem que os 466 artigos iniciais. O critério da data de publicação ser posterior a 2008 não foi aplicado, como por exemplo o artigo de Tixier de 2002 (Tixier et al., 2002). Com a triagem feita foram excluídos trezentos e cinquenta e cinco (355) registos. Utilizando os fatores de exclusão enumerados acima para a elegibilidade dos artigos, foram lidos na totalidade dez artigos para sustentação dos onze artigos incluídos por síntese qualitativa.

2.6 Processo de compilação da informação

Para compilação da informação presente nos artigos incluídos foi desenvolvida uma folha de Excel em que todas as partes do artigo são esmiuçadas. Para sistematizar esta compilação foram levantadas 42 questões que ao longo da leitura do artigo, são ou não respondidas.

Estas questões encontram-se dadas em oito grupos.

- Cabeçalho
- Resumo (abstract)
- Palavras-Chave (keywords)
- Introdução
- Método
- Análise de Resultados
- Discussão dos resultados
- Conclusão

Em cada grupo são desenvolvidas uma ou mais perguntas para compilar a informação obtida.

Cabeçalho

1. Qual o nome do autor?
2. Qual o título do artigo?
3. Qual o ano de publicação?

Resumo (abstract)

4. Tem abstract?
5. Em quantas partes pode ser dividido o abstract?
6. Falta alguma parte no abstract?
7. Qual é parte que falta?

Palavras-Chave (keywords)

8. Quais as palavras-chave?

Introdução

9. Tem introdução?
10. Tem contextualização?
11. O artigo é justificado?
12. É indicado o que foi estudado?
13. Existe fundamentação bibliográfica?
14. Foi verificado que não existe uma abordagem similar?

Método

15. Qual o método aplicado?
16. Como foi criado?
17. Foi pedido dados a entidades exteriores ao artigo?
18. Qual o tamanho da amostra para criação do método?
19. Qual a forma de recolha de dados para criação do método?
20. Qual a duração da recolha de dados?
21. Qual o tamanho da amostra?
22. Foi comparado com outros métodos?
23. Quais métodos?
24. Qual a dimensão da análise?
25. Quais as atividades analisadas?
26. Qual o tipo de riscos avaliados?

- 27. Houve reavaliação?
- 28. Qual a fórmula de cálculo?
- 29. O método é matricial?
- 30. Quantas matrizes?

Análise de Resultados

- 31. Qual o método estatístico utilizado?
- 32. Qual o número de aplicadores?
- 33. São apresentados os resultados com outros métodos?
- 34. É fácil a comparação?
- 35. Estão identificados os outputs do método?
- 36. Quais as vantagens do método?

Discussão dos resultados

- 37. Tem discussão de resultados?
- 38. Tem comparação com os outros métodos?
- 39. Quais os pontos forte do método?
- 40. Quais os pontos fracos do método?

Conclusão

- 41. Existe uma análise ao existente?
- 42. É justificada a necessidade do método?
- 43. São identificados os pontos fortes?
- 44. São identificados as oportunidades de melhoria?

Para melhor visualização do processo de compilação da informação vai ser apresentado um exemplo.

Tabela 5 – Exemplo de processo de compilação – parte 1

| Cabeçalho | | | ABSTRACT | | | | |
|-------------|--|------|---------------|--|--|---------------------|-------|
| Autor | Título | Ano | Tem abstract? | Resumo | Em quantas partes está dividido o Abstract | Falta alguma parte? | Qual? |
| Pinto, Abel | QRAM a Qualitative Occupational Safety Risk Assessment Model for the construction industry that incorporates uncertainties by the use of fuzzy sets. | 2014 | Sim | Occupational safety risk assessment is the core of safety practices. Is a complex process that requires the consideration of sundry parameters, which are often difficult to quantify. This paper presents the new developed fuzzy QRAM model, which intends to support construction companies in carrying out their responsibilities to reduce occupational safety risks. The innovative aspects of QRAM model is to embody assess of the safety climate and the safety barriers effectiveness as assessment dimensions and the use of fuzzy sets theory to enhance the use of imprecise and incomplete information, elicited by linguistic variables. The QRAM model was designed based on the best academic and empirical knowledge about safety risks on construction industry, biomechanical data and laws of physics, chemistry and engineering. The lack of credible and accurate data, resulting from the in-depth investigation of work accidents in construction industry was the greatest difficulty in carry-out this work. QRAM was, firstly evaluated by “peer” review, with 12 safety experts from Brazil (2), Bulgaria (1), Greece (3), Turkey (3) and Portugal (3) and, then, appraised by comparing QRAM with 2 other occupational safety risk assessment techniques. The safety experts evaluators concluded that: (a) QRAM is a versatile tool to assess occupational safety risk assessment on construction sites; (b) the specific checklists for knowledge elicitation are a good aid and enhance the process objectivity, and (c) the use of linguistic variables is a better way to rate the risk factors thus to render the risk assessment process more objective and reliable. | 4 | Não | N/A |

Tabela 6 – Exemplo de processo de compilação - parte2

| Keywords | Introdução | | | | | |
|--|------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---|
| Palavras-chave | Tem introdução? | Contextualização | Justificação do artigo | O que foi estudado | Fundamentação na bibliográfica | Verificação da inexistência duma abordagem similar |
| Avaliação do risco qualitativo indústria da construção segurança ocupacional método fuzzy modelo qualitativo | Sim | Sim | Sim | Não | Sim | Sim |

Tabela 7 – Exemplo de processo de compilação – parte 3

| Método | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|---|--|---|------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--|--|--------------------------------------|
| Qual o método? | Como foi criado | Pedido de obtenção de dados | Tamanho da amostra para criação do método | Forma de recolha de dados para criação do método | Duração da recolha | Tamanho da amostragem | Comparação com outros métodos | Que métodos | Dimensões da análise | Tipo de atividades analisadas |
| GRAM | Análise dos métodos existentes como foram desenvolvidos e validação fatores que influenciam a avaliação do risco e performance de segurança | 5 Seguradoras 2 Associações da construção boletins estatísticos de 4 países | 14 | Entrevista a peritos portugueses | 60-90 Minutos/ entrevista | 12 Avaliações em 5 países | Sim | Workmed risk level unsystematic technique | safety climate severity factors possibility factors safety barriers | Nao indicado |

Tabela 8 – Exemplo de processo de compilação –parte 4

| Método | | | | | Análise de resultados | | | | | |
|--|-------------|---|---------------------|--------------------|------------------------------|---------------------------------|--|------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Tipo de risco avaliados | Reavaliação | Fórmula de cálculo | É método matricial? | Quantas matrizes ? | Método estatístico utilizado | Número de aplicadores do método | Apresentação dos resultados com outros métodos | Fácil comparação | Identificação dos outputs do método | Vantagens do método |
| Falls (F). Contact with electricity (Ce). Struck by moving vehicle, including heavy equipment (S). Injured by falling/dropped/collapsing object/person/wall/vehicle/crane which falls under gravity, including building or structure collapse and slipping hand held tool (Fo). Cave-ins, while or after excavation (Ci). Hit by rolling/sliding object or person, including stuck against object or equipment and caught in or compressed by equipment or objects (So). Contact with machinery moving parts, including injured by hand held tools operated by one self (M). Lost buoyancy in water (L). Fire and Explosion, including working on confined spaces (F/E). | Não | $R_i(x) = \theta_{and}(SC, C_i(x), AP_i(x), SB_i(x))$ | Não | NA | Fuzzy method | | Sim | Sim | Sim | Sim |

Tabela 9 – Exemplo de processo de compilação –parte 5

| Discussão | | | | Conclusão | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------------|--|--|
| Tem discussão de resultados | Comparação com outros métodos | Pontos fortes do método | Pontos fracos do método | Análise ao existente | Justificação da necessidade do método | Pontos fortes | Pontos de melhoria |
| Sim | Sim | Não | Sim | Sim | Sim | <p>QRAM by the linguistic variables provides a practical way to estimate safety climate at construction sites.</p> | <p>The weighting of the dimensions remains to be explored. There are other potential improvements to the method through simplification of the “safety climate” and “severity of expectable consequences”</p> |

2.7 Metodologias Identificadas na Literatura para Avaliação dos Riscos

De acordo com Tixier (Tixier et al., 2002) existem pelo menos 62 metodologias de avaliação dos riscos. Os métodos podem ser descritos de acordo com quatro propriedades:

- Determinística
- Probabilística
- Qualitativa
- Quantitativa

Estes métodos podem ser divididos em dois grupos principais – qualitativo e quantitativo. Cada grupo pode ser dividido em três categorias:

- Só determinística
- Só probabilística
- Combinação de determinística e probabilística

Nos métodos Qualitativos, a probabilidade e a gravidade são expressas em termos relativos (muito improvável, possível, provável e frequente para a probabilidade de dano; alta, moderada, baixa para a gravidade do ano) e devem ter os critérios para cada uma das categorias, bem definidos.

Nos métodos Quantitativos, a probabilidade e a gravidade são determinadas para cada cenário de acidente através de dados estatísticos ou outros dados numéricos objetivos. Neste tipo de métodos, o risco é avaliado tendo em conta todas as probabilidades e é normalmente apresentado em gráfico logarítmico de probabilidade gravidade.

Tabela 10 – Métodos de análise de riscos identificados na pesquisa bibliográfica

| | Métodos de análise de riscos | |
|-----------------|---|--|
| | Qualitativos | Quantitativos |
| Determinísticos | AEA – Action Errors Analysis | AHI - Accident Hazard Analysis |
| | Checklist | Anexo 6 da Diretiva Seveso |
| | CHA - Concept Hazard Analysis | HIRA - Hazard Identification and Ranking |
| | CSR - Concept Safety Review | Methodology of domino effects analysis |
| | FMEA - Failure Mode Effect Analysis | Methods of potential risk determination and evaluation |
| | GOFA - Goal Oriented Failure Analysis | William Fine |
| | HAZOP - Hazard and Operability | |
| | Potential domino effects identification | |
| | NTP 330 | |
| | Bowtie | |
| | What if? Analysis | |

| | | |
|---|---|--|
| Probabilísticos | ASP - Accident Sequences Precursor | ETA - Event Tree Analysis |
| | GRAM | FTA - Fault Tree Analysis |
| Determinísticos e Probabilísticos | MIAR | Facility Risk Review |
| | MCAA - Maximum Credible Accident Analysis | FMECA - Failure Mode Effect Criticality Analysis |
| | SA - Safety Analysis | QRA - Quantitative Risk Assessment |

Da compilação da informação resultou a identificação de diversas metodologias que poderiam ser aplicadas no contexto do problema analisado nesta dissertação. Estas metodologias estão principalmente orientadas para o estudo dos processos produtivos, potenciais falhas e suas causas.

2.7.1 HAZOP - Hazard and Operability

O HAZOP é um brainstorming exercido por uma equipa designada para identificar potenciais variações e desvios nas intenções da fase de desenvolvimento ou da fase de laboração e as suas consequências. Esta técnica pode ser usada diversas vezes durante o ciclo de vida de uma instalação, desde a fase de desenvolvimento do processo até ao desmantelamento da instalação, incluindo a estimativa dos perigos de quaisquer modificações introduzidas durante o seu período de funcionamento. O grau de detalhe dado pelo estudo aumenta com o desenvolvimento do processo, requerendo gráficos de fluxo, descrição do processo, plantas e desenhos, para obter o máximo detalhe.

Para realizar uma avaliação correta e compreensiva do processo usam-se palavras-chave (não/nenhum, mais, menos, parte de, inverso, em vez de, assim como, cedo, tarde) combinadas com as variáveis identificadas, para identificar um possível perigo ou um problema operacional.

No final do processo são emitidas conclusões em forma de uma lista de desvios e aspetos a corrigir ou procedimentos a adotar que visam aumentar a segurança no local. Deve existir uma prática que garanta a implementação destas medidas quer ao nível de projeto, quer ao nível de funcionamento do processo, suportadas por reuniões de acompanhamento dos desenvolvimentos introduzidos (F. J. A. Antunes, 2009).

Estas listas devem conter:

- Os possíveis desvios ao processo de funcionamento previsto;
- As possíveis causas da ocorrência dos desvios;
- As consequências dos desvios caso estes ocorram;
- As medidas que podem ser tomadas para minimizar o risco associado aos desvios, quando passíveis de aplicação

Em suma, o método HAZOP é um instrumento processual utilizado para destacar e identificar perigos e problemas operacionais em instalações industriais que reduzem a capacidade da mesma em alcançar produtividade de uma forma segura. Este método é uma poderosa ferramenta para análise de riscos e a sua metódica técnica assegura que fragilidades existentes no design da instalação sejam detetadas e corrigidas (Marques, 2007).

No HAZOP a operacionalidade é tão importante quanto a identificação dos perigos.

Geralmente neste tipo de estudo são detectados mais problemas operacionais do que identificados perigos. A eliminação dos problemas operacionais recai numa consequente diminuição do erro humano, reduzindo assim o nível de risco. Porém, é impossível eliminar qualquer perigo que seja, sem antes de ter conhecimento do mesmo, o que pode ser detectado pelo HAZOP (Nunes, 2006).

2.7.2 Árvore de Falhas – Fault Tree Analysis

O método de Análise de Árvore de Falhas é uma avaliação quantitativa de eventos indesejáveis que têm a sua origem num evento inicial. Pode dizer-se que este método decompõe um acidente ou acontecimento não desejado (acontecimento de topo) nas falhas dos componentes, equipamentos e falhas humanas, que contribuem sequencialmente para a sua ocorrência (Tixier et al., 2002). A metodologia usa portas lógicas para mostrar todos os caminhos credíveis dos quais pode ocorrer um acontecimento indesejável. O acontecimento indesejável deve ser dividido até não se conseguir encontrar acontecimentos que o provoquem, ou por falta de conhecimento ou por não haver mais causas identificáveis (Marques, 2007).

O estudo baseia-se, essencialmente, em 6 fases:

- Definir o objetivo da análise/estudo: deve-se definir o propósito e a extensão do estudo;
- Estudar a estrutura, as funções e operações do processo: este deve ser descrito corretamente para fácil entendimento de todos os elementos da equipa de estudo;
- Identificar o acontecimento de topo: deve ser identificado o acontecimento conhecido e característico de sistema que será analisado. Este é, habitualmente, o começo ou a existência de uma condição perigosa ou a incapacidade do sistema para atingir a performance desejada;
- Construir a árvore de falhas: o acontecimento de topo é dividido em níveis sucessivos de acontecimentos, que são gerados por acontecimentos de níveis inferiores, até à identificação dos acontecimentos básicos (falhas primárias) através de um processo dedutivo;
- Analisar a árvore de falhas: a frequência do acontecimento e a probabilidade do dano devem ser adicionadas aos acontecimentos básicos para quantificar o risco causado pelo acontecimento de topo;
- Documentar os resultados: deve incluir a documentação de todo o trabalho desenvolvido pela equipa, a informação que recolheram para o desenvolvimento do estudo assim como os resultados obtidos e as conclusões conseguidas (Gould, 2000).

O uso da árvore de falhas pode trazer, ainda, outras vantagens e facilidades, tais como:

- A determinação da sequência mais crítica ou provável de acontecimentos, de entre os ramos da árvore, que levam ao acontecimento de topo;
- A identificação de falhas singulares ou localizadas que assumam mais importância no processo;
- A descoberta de elementos sensores (alternativas de solução) cujo desenvolvimento possa reduzir a probabilidade da falha em estudo.

Esta metodologia pode ser mais aprofundada na norma IEC61025: Fault Tree Analysis

2.7.3 Análises de “What-If?”

O método “What if?” é usado para determinar as consequências não desejadas originadas por um acontecimento onde são realizadas questões que iniciam com “O que aconteceria se...?”.

A metodologia utilizada é basicamente um brainstorming criativo efetuado por um grupo de técnicos e pode ser usado para avaliar qualquer aspeto do processo. Se o processo/unidade a analisar for simples, bastam 2 técnicos, mas com experiência e conhecimento do objeto a analisar. Com o aumento da complexidade do processo/unidade, o grupo deve ser mais populoso. Se não houver experiência sobre a aplicação deste método dentro do grupo é fácil ficarem perigos por identificar e a avaliação do objeto fica incompleta (Gould, 2000).

Da aplicação do “What If...” resultam uma revisão de um largo espectro de riscos, bem como a geração de possíveis soluções para os problemas levantados. Além disso, estabelece um consenso entre as áreas de atuação como produção, processo e segurança quanto à forma mais segura de operacionalizar a instalação (Nunes, 2006).

2.7.4 Análise do Modo e Efeito de Falhas (FMEA)

A análise do modo e efeito de falhas é um método qualitativo estruturado para identificar os efeitos imediatos de falhas ao nível das componentes de um processo. A sua implementação consiste em considerar cada item de equipamentos e processos associados de uma instalação, detalhar cada uma dos possíveis modos de falha e determinar os efeitos destas sobre todo o sistema. A análise baseia-se mormente em especificar os efeitos prováveis e a gravidade dos diferentes modos de falha e não tanto nos mecanismos ou acontecimentos que levam à falha.

Este método tem dificuldade em identificar perigos que requeiram a falha de mais de um item do processo, devido à complexa interação das falhas.

A análise consiste nos seguintes passos:

- Descrever o sistema - é necessário uma descrição detalhada do processo para que seja possível traçar diagramas de blocos funcionais do sistema e subsistemas e para determinar os inter-relacionamentos existentes. É também necessária uma descrição detalhada das várias tarefas realizadas por cada sistema/subsistema incluindo os modos de sucesso ou falha a eles associado;
- Estabelecer os princípios básicos e os objetivos do estudo – o objetivo e meta a atingir deve ser definido claramente, assim como o aspeto gráfico e organizativo da apresentação dos dados adquiridos e dos resultados obtidos e ainda, se haverá alguma interação entre os resultados e possíveis estudos posteriores;
- Desenvolver o estudo - inicialmente todos os itens devem ser identificados nos diversos sistemas ou subsistemas. De seguida, devem-se associar os modos de falha a cada um dos itens. Assim, identificam-se as falhas mais prováveis causadas pelos modos de falha e avaliam-se os seus efeitos no processo;
- Apresentar um relatório dos resultados - o relatório deve apresentar o diagrama realizado no primeiro passo, uma detalhada descrição da análise efetuada, um sumário, recomendações indicando possíveis melhoramentos, falhas que tenham um efeito significativo no processo assim como aquelas que não têm qualquer efeito sobre ele (Gould, 2000).

O método normalmente não examina o possível erro humano do operador, no entanto, os efeitos de uma operação incorreta são habitualmente descritos como um modo de falha do equipamento.

2.7.5 NTP 330 - Método Simplificado de Avaliação de Riscos

A metodologia proposta pelo INSHT – Instituto Nacional e Seguridad e Higiene en el Trabajo. Permite quantificar a magnitude dos riscos existentes e, em consequência, hierarquizar

racionalmente a sua prioridade de prevenção. Para isso, parte-se da detecção das deficiências existentes nos locais de trabalho para, em seguida, estimar a probabilidade de ocorrência de um acidente e, tendo em conta a magnitude esperada das consequências, avaliar o risco associado a cada uma das ditas deficiências.

A informação que nos dá este método é orientadora. Caberia comparar o nível de probabilidade de acidente que nos dá o método a partir da deficiência detetada com o nível de probabilidade estimado a partir de outras fontes mais precisas, como por exemplo, dados estatísticos de sinistralidade ou fiabilidade de componentes. As consequências normalmente esperadas deveriam ser preestabelecidas pelo executor da análise.

Nesta metodologia não são empregados os valores reais absolutos de risco, probabilidade e consequências, mas sim os seus “níveis” numa escala de quatro possibilidades. Assim, temos “nível de risco”, “nível de probabilidade” e “nível de consequência”. Nesta metodologia considera-se, segundo o que já foi referido, que o nível de probabilidade é função do nível de deficiência e da frequência ou nível de exposição da mesma.

O nível de risco (NR) será por seu lado, função do nível de probabilidade (NP) e do nível de consequência (NC):

$$\text{Equação 1 – Cálculo do Nível de Risco} \quad \text{NR} = \text{NP} \times \text{NC}$$

Este método é executado de acordo com as seguintes etapas:

1. Definição do risco a analisar;
2. Elaboração de uma lista de verificação sobre fatores que possibilitam a ocorrência do risco;
3. Atribuição de um nível de importância de cada um dos fatores de risco;
4. Preenchimento da lista de verificação e estimativa do nível de exposição e consequências prováveis;
5. Determinação do nível de deficiência (ver tabela 9);
6. Estimativa do nível de probabilidade (NP), a partir dos níveis de deficiência (ND) e exposição (NE);
7. Comparação do nível de probabilidade com os dados estatísticos disponíveis;
8. Estimativa do nível de risco (NR), a partir do nível de probabilidade e do nível de consequência (ver tabelas 10 e 11);
9. Estabelecimento dos níveis de intervenção (tabela 12) tendo em conta os resultados obtidos e sua justificação socioeconómica;
10. Comparação dos resultados obtidos com os resultados estimados a partir de fontes de informação precisas e da experiência.

2.7.5.1 Nível de Deficiência (ND)

Designa-se por nível de deficiência (ND) a magnitude da relação esperada entre o conjunto de fatores de risco considerados e a sua relação causal direta com o possível acidente. Na seguinte tabela estão indicados os valores numéricos utilizados neste método e o seu significado.

Tabela 11 – Determinação do Nível de Deficiência

| ND – Nível de Deficiência | | |
|---------------------------|----|---|
| MD – Muito Deficiente | 10 | Detetaram-se fatores de risco significativos que determinam como muito possível a geração de falhas. O conjunto de medidas preventivas existentes em relação ao risco |

| | | |
|----------------|---|---|
| | | resulta como ineficaz. |
| D – Deficiente | 6 | Detetou-se algum fator de risco significativo que precisa de ser corrigido. A eficácia do conjunto de medidas preventivas existentes vê-se reduzida de forma apreciável. |
| M – Melhorável | 2 | Detetaram-se fatores de risco de menor importância. A eficácia do conjunto de medidas preventivas existentes em relação ao risco não de vê reduzida de forma apreciável. |
| A – Aceitável | 0 | Não se detetou nenhuma anomalia destacável. O risco está controlado. Não se valoriza. A cada um dos níveis de deficiência corresponde um valor numérico, exceto no nível “aceitável” em cujo caso não se atribui uma valorização nula, já que não se detetam deficiências. |

2.7.5.2 Nível de Exposição (NE)

O nível de exposição (NE) é uma medida da frequência com que se está exposto ao risco. Para um risco concreto, o nível de exposição pode-se estimar em função dos tempos de permanência nas áreas de trabalho, operações com máquinas, etc.

Tabela 12 – Determinação do Nível de Exposição

| NE – Nível de Exposição | | |
|-------------------------|---|--|
| EC – Continuada | 4 | Continuamente. Várias vezes durante a jornada laboral com tempo prolongado |
| EF – Frequente | 3 | Várias vezes durante a jornada de trabalho, se bem que com tempos curtos. |
| EO – Ocasional | 2 | Alguma vez durante a jornada de trabalho e com um período curto de tempo. |
| EE – Esporádica | 1 | Irregularmente. |

Os valores numéricos são ligeiramente inferiores aos valores atribuídos aos níveis de deficiência, já que, por exemplo, se a situação de risco está controlada, uma exposição alta não deveria ocasionar, em princípio, o mesmo nível de risco que uma deficiência alta com exposição baixa.

2.7.5.3 Nível de Probabilidade (NP)

É em função do nível de deficiência das medidas preventivas e do nível de exposição ao risco que se determina o nível de probabilidade (NP), o qual se expressa com o produto de ambos os níveis:

Equação 2 – Cálculo do Nível de Probabilidade $NP = ND \times NE$

Na seguinte tabela está descrito o significado dos 4 níveis de probabilidade.

Tabela 13 – Significado dos diferentes Níveis de Probabilidade

| NP – Nível de Probabilidade | | |
|-----------------------------|---------|---|
| MA - Muito Alta | 40 a 24 | Situação deficiente, com exposição continuada ou situação muito deficiente com exposição frequente. A materialização do risco ocorre com frequência. |
| A - Alta | 20 a 10 | Situação deficiente com exposição frequente, ou situação muito deficiente com exposição ocasional. A materialização do risco é possível em vários momentos. |
| M - Média | 8 a 6 | Situação deficiente com exposição esporádica ou situação melhorável com exposição frequente. Existe possibilidade de dano. |
| B - Baixa | 4 a 2 | Situação melhorável com exposição ocasional. Apesar de poder ocorrer não é concebível a ocorrência de risco. |

Quando estão disponíveis outros dados mais precisos (já que este método apenas fornece valores de orientação) que permitam estimarem a probabilidade do risco se materializar, estes devem ser aproveitados e comparados com os obtidos no método, ou mesmo ser utilizados.

2.7.5.4 Nível de Consequência (NC)

O nível de consequência (NC) também está classificado em 4 níveis. Foi estabelecido um duplo significado: por um lado classificaram-se os danos físicos e por outros os danos materiais. Ambos os significados devem ser considerados independentemente um do outro, no entanto deve ser dada mais importância aos danos físicos.

Tabela 14 – Determinação do Nível de Consequência

| Nível de Consequência | NC | Danos Pessoais | Danos Materiais |
|----------------------------|-----|---|--|
| M – Mortal ou Catastrófico | 100 | 1 Morto ou mais | Destruição total do sistema (difícil renová-lo) |
| MG – Muito Grave | 60 | Lesões graves que podem ser irreparáveis | Destruição parcial do sistema (completa e custosa reparação) |
| G – Grave | 25 | Lesões com incapacidade laboral temporária | Requer-se paragem do processo para efetuar a reparação |
| L – Leve | 10 | Pequenas lesões que não requerem hospitalização | Reparação sem necessidade de paragem do processo. |

A escala numérica das consequências é muito superior à do nível de probabilidade porque o fator das consequências deve ter um peso maior na valorização.

2.7.5.5 Nível de Risco (NR) e Nível de Intervenção (NI)

A tabela seguinte permite calcular o nível de risco e, mediante o agrupamento dos diferentes valores obtidos, estabelecer blocos de prioridade das intervenções, também estas definidas em 4 níveis de prioridade.

Após a valoração do risco, deverá comparar-se com outros estudos realizados.

Tabela 15 – Significado dos Níveis de Intervenção

| Níveis de Intervenção | | |
|----------------------------|------------|--|
| NI Nível de Intervenção | NR | Significado |
| I | 4000 – 600 | Situação crítica. Correção urgente |
| II | 500 – 150 | Corrigir e adotar medidas de controlo |
| III | 120 – 40 | Melhorar se for possível. Seria conveniente justificar a intervenção e rentabilidade |
| IV | 20 | Não intervir, salvo se justifique por uma análise mais precisa |

A metodologia NTP330 em sumula inicia com uma deteção das deficiências existentes nos locais de trabalho, para estimar a probabilidade de ocorrência de um acidente, baseada em expectativas do executor da análise, em dados estatísticos de sinistralidade ou fiabilidade de componentes e em consequências preestabelecidas pelo executor da análise. A NTP330 é influenciada pela subjetividade da avaliação do nível de consequência feita pelo aplicador assim como pelo histórico de acidentes da empresa, fazendo com que este método só deva ser aplicado quando todas as condicionantes e premissas do processo são conhecidas.

2.7.6 William Fine

O método de William Fine permite calcular a gravidade e probabilidade relativas de cada risco, servindo de orientação para o desenvolvimento das ações preventivas. Por outro lado, permite encontrar a justificação económica para as ações corretivas possíveis, isto é, este método delinea o esforço e a previsão do investimento.

A Magnitude do risco calcula-se através da seguinte fórmula:

$$\text{Equação 3 – Magnitude do Risco} \quad R = F_c \times F_e \times F_p$$

Em que:

R = Magnitude do risco

F_c = Fator consequência

F_e = Fator exposição

F_p = Fator probabilidade

Os valores numéricos atribuídos baseiam-se na experiência de quem utiliza o método. Definem-se as Consequências como os resultados mais prováveis de um acidente, resultante do risco em análise, ponderando-se quer os danos pessoais quer os materiais. O fator Exposição define-se através de um índice associado à frequência com que se apresenta a situação de risco, sendo que o primeiro acontecimento indesejado iniciaria a sequência que leva ao acidente.

Entende-se por Probabilidade o índice associado à probabilidade de uma vez iniciada a sequência ela se desenvolver conduzindo ao acidente e respetivas consequências.

A justificação económica para a implementação de medidas de controlo do risco, faz-se com recurso aos conceitos Fator Custo (FC) e Grau de Correção (Gc) e por aplicação da seguinte expressão:

Equação 4 – Justificação $J = Fc \times Fe \times Fp / (FC \times Gc)$

Tabela 16 – Significados da Justificação

| J | Significado |
|-------------|--|
| > 20 | Suspensão imediata da atividade perigosa |
| 10 < J < 20 | Correção imediata. |
| < 10 | Correção necessária urgente. |

Tabela 17 – Consequências dos Acidentes

| Consequências (Fc) | | |
|---|---|-------|
| Danos Corporais | Danos Materiais | Valor |
| Numerosas Mortes | Danos > 1.000.000€ e quebras importantes na atividade | 100 |
| Várias Mortes | De 500.000€ a 1.000.000€ | 50 |
| Morte | Danos de 100.000€ a 500.000€ | 25 |
| Lesões Graves, amputações, invalidez permanente | De 1000 a 100.000€ | 15 |
| Incapacidades Temporárias | Até 1.000€ | 5 |
| Ferimentos Ligeiros | Pequenos Danos | 1 |

Tabela 18 – Exposição aos acidentes

| Exposição (Fe) | |
|---|-------|
| Frequência de ocorrência da situação de risco | Valor |
| Continuamente, várias vezes ao dia | 10 |
| Frequentemente, aproximadamente uma vez por dia | 6 |
| Ocasionalmente, de uma vez por semana a uma vez por mês | 3 |
| Irregularmente, de uma vez por mês a uma vez por ano | 2 |
| Raramente, sabe-se que já ocorreu | 1 |
| Remotamente possível, não se tem conhecimento que já tenha ocorrido | 0,5 |

Tabela 19 – Probabilidade de acidente

| Probabilidade (Fp) | |
|--|-------|
| Probabilidade da sequência de acontecimentos, incluindo as consequências | Valor |
| Resultado mais provável se a situação inicial de risco ocorrer | 10 |

| | |
|---|-----|
| É completamente possível, a probabilidade é de 50 % | 6 |
| Seria uma coincidência remotamente possível; sabe-se que já ocorreu | 3 |
| Seria uma sequência ou coincidência rara | 1 |
| Extremamente remota mas concebível; nunca aconteceu em muitos anos de exposição | 0,5 |
| Sequência praticamente impossível; possibilidade de 1 em 1000000 | 0,1 |

Tabela 20 – Índice de risco e prioridade de intervenção segundo a magnitude do risco obtida

| Grau de Perigosidade | | |
|---------------------------------|----------------|---|
| $R = F_c \times F_e \times F_p$ | Classificação | Medidas |
| ≥ 400 | Grave iminente | Suspensão imediata da atividade perigosa |
| 200 a 400 | Alta | Correção imediata |
| 70 a 200 | Notável | Correção logo que possível |
| 20 a 70 | Moderado | Deve ser eliminado mas não é uma emergência |
| < 20 | Aceitável | Situação a manter |

Tabela 21 – Fator de Custo (FC)

| Fator de Custo | |
|---|-------|
| Valor esperado do custo da ação corretiva | Valor |
| Mais de 2.500 € | 10 |
| 1.250 € a 2.500 € | 6 |
| 675 € a 1.250 € | 4 |
| 335 € a 675 € | 3 |
| 150 € a 335 € | 2 |
| 75 € a 150 € | 1 |
| < 75 € | 0,5 |

Tabela 22 – Grau de correção (Gc)

| Grau de Correção | |
|---|-------|
| Diminuição do risco por aplicação da ação corretiva | Valor |
| Risco totalmente eliminado | 1 |
| Risco reduzido de pelo menos 75 % | 2 |
| Risco reduzido de 50 % a 75 % | 3 |
| Risco reduzido de 25 % a 50 % | 4 |
| Ligeiro efeito sobre o risco de menos de 25 % | 6 |

A metodologia William Fine deve ser aplicada sempre que necessitamos de justificar economicamente as ações corretivas a implementar para minimização dos riscos. Esta metodologia baseia-se na experiência de quem aplica o método, para estimação dos valores numéricos.

A William Fine é influenciada pela subjetividade da avaliação do nível de consequência feita pelo aplicador assim como pelo histórico de acidentes da empresa, fazendo com que este método só deva ser aplicado quando todas as condicionantes e premissas do processo são conhecidas, e sempre aplicando outro método ao mesmo tempo para delimitar a volatilidade dos resultados obtidos.

2.7.7 Metodologia integrada de avaliação de impactos ambientais e de riscos de segurança e higiene ocupacionais

A MIAR desenvolvida pela FEUP, adota os princípios da “Abordagem por Processos” considerada em vários referenciais, de entre os quais, na NP EN ISO 9001:2008 (IPQ (Instituto Português de Qualidade), 2008a)(IPQ (Instituto Português de Qualidade), 2008a)(IPQ (Instituto Português de Qualidade), 2008a)(IPQ (Instituto Português de Qualidade), 2008b)(IPQ (Instituto Português de Qualidade), 2008b)(IPQ (Instituto Português de Qualidade), 2008b)(IPQ (Instituto Português de Qualidade), 2008b)(“EN ISO 9001 (2008). Sistemas de gestão da qualidade. Requisitos. Documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade,”)(“EN ISO 9001 (2008). Sistemas de gestão da qualidade. Requisitos. Documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade,”)(*EN ISO 9001 (2008). Sistemas de gestão da qualidade. Requisitos. Documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade*)(*EN ISO 9001 (2008). Sistemas de gestão da qualidade. Requisitos. Documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade*)(*EN ISO 9001 (2008). Sistemas de gestão da qualidade. Requisitos. Documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade*)(*EN ISO 9001 (2008). Sistemas de gestão da qualidade. Requisitos. Documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade*)(*EN ISO 9001 (2008). Sistemas de gestão da qualidade. Requisitos. Documentos impressos. Lisboa: Instituto Português da Qualidade*).

Nesta abordagem, as atividades da organização são detalhadas identificando as entradas, as funções e as saídas de cada processo.

As saídas constituirão uma entrada para outro processo e assim sucessivamente. Desta forma, todas as saídas de um processo devem ter uma correspondente entrada no seguinte, o que garante que não haverá elementos que não sejam adequadamente tratados (F. A. Antunes et al., 2010).

São considerados quatro tipos de elementos:

- Associação de vários macroprocessos que possuem uma afinidade entre si – Macroprocessos;
- Associação de várias atividades que estão inter-relacionadas – Processos;
- Associação de tarefas que são desenvolvidas com uma determinada ordem, como objetivo de atingir os resultados esperados por essa atividade - Atividades;
- Elementos básicos do sistema - Tarefa.

2.7.7.1 Caracterização das entradas e saídas dos processos

A metodologia inicia-se com a delimitação da operação unitária em estudo e a sua caracterização inputs e outputs. As atividades desenvolvidas serão detalhadas, identificando as entradas de cada processo, as atividades que vão ser executadas no âmbito do mesmo e que irão gerar as respectivas saídas.

Estes outputs constituirão inputs para outro processo e assim sucessivamente. Desta forma, todas as saídas dum processo devem ter uma correspondente entrada noutro processo, o que garante que não haverá elementos que não são adequadamente tratados.

2.7.7.2 Identificação de perigos para a segurança e higiene ocupacional

Nesta fase pretende-se identificar quais os aspetos de segurança e higiene ocupacionais que lhe estão associados. Será assim importante caracterizar as atividades de trabalho, contemplando os locais, os equipamentos utilizados, os funcionários e os procedimentos implementados, recolhendo o máximo de informações a seu respeito. No final desta fase deve obter-se a enumeração dos aspetos de segurança e higiene ocupacionais associados a essa operação ou tarefa, mencionado de que forma pode haver dano para as pessoas ou equipamentos. Para a concretização desta componente irá partir-se da abordagem por processos.

2.7.7.3 Identificação de aspetos e avaliação de riscos de segurança e higiene ocupacional

Nesta fase procede-se à identificação dos aspetos e à avaliação dos riscos de segurança e higiene ocupacionais, a partir da gravidade das consequências que estes podem causar, por exemplo, atendendo à:

- extensão dos danos causados nas pessoas;
- extensão dos danos nos equipamentos;

Para a determinação dos impactes de segurança e higiene ocupacionais é importante tomar em consideração que as medidas de prevenção e controlo estipuladas estão em prática e o nível de desempenho das mesmas.

Os resultados da análise de riscos contemplam diversa informação da qual se salienta:

- Gestão: relacionada com ações, recomendações, modificações e procedimentos operacionais;
- Listas: de erros, de perigos, de riscos, falhas e consequências, atividades críticas, indicadores de acidentes, locais vulneráveis, cenários de acidentes, etc.
- Probabilidade: taxas de falhas, fiabilidade, frequência de acidentes.

A partir desta informação é importante definir o que se considerará como impactes de segurança e higiene ocupacionais aceitáveis ou não aceitáveis, por exemplo, a partir de um valor calculado de Índice de Risco. Os critérios para tal classificação devem ser definidos e validada a sua coerência, pois serão definidas prioridades e ações em função dessa mesma caracterização. É conveniente o estabelecimento de uma pontuação que considere várias componentes na avaliação do impacto ambiental ou do risco, apropriadas à natureza de cada um destes últimos.

2.7.7.4 Hierarquização de impactes de segurança e higiene ocupacional

Nesta fase pretende-se estabelecer uma ordem de importância relativamente aos impactes de segurança e higiene ocupacionais determinados, estando por isso, intimamente ligada à etapa anterior.

A hierarquização dos impactes de segurança e higiene ocupacionais são um aspeto importante na medida em que permite a rápida identificação dos riscos mais relevantes. Desta forma podem ser facilmente identificadas, as áreas, sectores ou operações de maior risco.

A hierarquização baseia-se num índice tal como foi descrito na fase anterior.

2.7.7.5 Análise das opções de minimização ou controlo dos riscos de segurança e higiene e ocupacional

Em função dos resultados obtidos na etapa de avaliação de impactes de segurança e higiene ocupacionais, interessa, nesta fase, determinar quais as medidas que vão ser implementadas para

a sua minimização, ou mesmo eliminação; ou em alternativa, as medidas que se irão implementar que visam o seu controlo. Para a análise das opções devem ser tomadas em consideração diversos aspetos, como por exemplo, os resultados potenciais, os custos associados e o grau de dificuldade de implementação dessas medidas.

2.7.7.6 Etapa de implementação e avaliação da adequabilidade do plano de controlo.

A fase de implementação consiste em efetivar as medidas preconizadas. Numa periodicidade pré-definida devem ser avaliadas as medidas introduzidas, não só ao nível da sua extensão mas também ao nível da sua eficácia em termos de redução dos riscos para a segurança e higiene ocupacional identificados. Tal como processo de avaliação inicial, os resultados obtidos após a introdução das medidas de prevenção e controlo devem ser avaliados à luz dos mesmos critérios.

2.7.7.7 Parâmetros de avaliação dos impactes

A avaliação da significância do impacto e o consequente Índice de Risco (IR), terá em linha de conta três fatores (F. A. Antunes et al., 2010):

- 1) a gravidade dos impactes, desdobrada em:
 - i. quantificação do aspeto conjugada com o nível de perigosidade,
 - ii. extensão do impacto;
- 2) a probabilidade de ocorrência, desdobrada em:
 - i. exposição / frequência de ocorrência do aspeto,
 - ii. desempenho dos sistemas de prevenção e controlo,
 - iii. os custos e a complexidade técnica das medidas de prevenção / correção do aspeto.

Desta forma, os impactes que derivem de aspetos com elevada probabilidade de ocorrência conjugada com uma elevada gravidade e que estejam associados a medidas de prevenção e correção do aspeto de baixo custo terão um elevado índice de significância.

2.7.7.8 Critérios de avaliação dos impactes

Os parâmetros que são tomados em atenção na avaliação da significância do impacto são cinco:

- 1) gravidade / quantificação do aspeto conjugada com o nível de perigosidade;
- 2) extensão do impacto;
- 3) exposição / frequência de ocorrência do aspeto;
- 4) desempenho dos sistemas de prevenção e controlo;
- 5) custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correção do aspeto.

A pontuação do Índice de Risco (IR) é obtida pela multiplicação da pontuação de cada um dos parâmetros.

$$\text{Equação 5 – Índice de Risco} \quad IR = G \times E \times EF \times PC \times C$$

Onde:

G - gravidade (quantificação do aspeto - Q, conjugada com o nível de perigosidade - P);

E - extensão do impacto;

EF - exposição/frequência de ocorrência do aspeto;

PC - desempenho dos sistemas de prevenção e controlo;

C - os custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correção do aspeto.

Tabela 23 – Índice de Risco e intervalos de pontuação

| IR - Índice de risco | Intervalo de pontuação |
|----------------------|------------------------|
|----------------------|------------------------|

| | |
|---------------|----------|
| Menor | 1-90 |
| Médio | 91-250 |
| Elevado | 251-500 |
| Muito Elevado | 501-1800 |

2.8 Resultados da pesquisa

Após a análise das diversas metodologias existentes, e identificadas na pesquisa desenvolvida nesta dissertação, podemos considerar que as distintas metodologias identificadas podem classificar-se em dois grupos:

- Metodologias Qualitativas;
- Metodologias Quantitativas;

Cada um destes grupos tem as suas vantagens e desvantagens, que podemos sumarizar na seguinte tabela.

Tabela 24 – Vantagens e desvantagens dos grupos de Metodologias

| Grupos | Vantagens | Desvantagens |
|----------------------------|---|---|
| Metodologias Qualitativas | Ser mais simples, não requerendo a identificação exata das consequências. | Serem mais subjetivas, estando muito dependentes dos conhecimentos das equipas de avaliação/técnicas. |
| Metodologias Quantitativas | Proporcionar resultados, objetivos o que favorece a avaliação da eficácia das medidas de melhoria que se venham a implementar | Requer algum esforço na sua avaliação pela quantidade de informação necessária e a eventual complexidade de cálculos. |

Cada um destes grupos, pode ser dividido em três categorias

- Métodos determinísticos
- Métodos probabilísticos
- Métodos mistos (determinísticos e probabilísticos).

Evidenciam-se as seguintes diferenças entre as duas primeiras categorias.

Nos Métodos determinísticos são considerados os materiais, equipamentos, e a quantificação das consequências para vários aspetos como, por exemplo, pessoas, ambiente e bens.

Os Métodos probabilísticos são mais focalizados na probabilidade da falha de um equipamento ou operador.

De uma forma geral, a conjugação dos dois métodos possibilitará a análise de riscos de toda a atividade ou processo produtivo.

Transpareceu também desta pesquisa que o carácter mais específico de algumas metodologias, com objetivos muito restritos e que condicionam a sua aplicação apenas a determinados tipos de processos. Muitas dessas metodologias acabam por ficar reservadas a especialistas dado o nível aprofundado de conhecimentos que são requeridos para a sua adequada implementação.

Os métodos apresentados, numa primeira análise, têm em comum o fato de poderem ser aplicados no nosso estudo.

Os métodos “What if...?” e o FMEA não quantificam o risco, apenas apresentam os riscos a que estão sujeitos os trabalhadores em determinadas tarefas, postos de trabalho, instalações ,etc..

Já o método HAZOP seria de impossível aplicação pois, como foi dito anteriormente, este é um estruturado brainstorming exercido por uma equipa, o que não é objeto desta dissertação. Além de que é demorado porque envolve a pormenorização de cada tarefa aos mais simples componentes.

De entre os métodos que poderiam ser escolhidos, foram escolhidos os seguintes métodos:

- Método aplicado e adaptado
 - Metodologia Integrada de Avaliação de Impactes Ambientais e de Riscos Ocupacionais
- Métodos de controlo
 - NTP 330 - Método Simplificado de Avaliação de Riscos
 - William Fine

3 OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS

A avaliação de riscos na indústria da construção civil conhecida pela sua dificuldade, devido à incompleta determinação dos aspetos que podem determinar riscos elevados para a segurança e saúde dos seus trabalhadores, assim como a sua avaliação ser dependente da subjetividade e experiência de quem vai aplicar, ou da tentativa de tipificação das obras.

Efetivamente, não existia uma única metodologia validada que permitisse a completa identificação de todos os perigos e a avaliação dos seus riscos.

3.1 Objetivos da Dissertação

Neste sentido, e com o objetivo geral desta dissertação é otimizar uma metodologia que permita numa forma expedita, a identificação de perigos e avaliação dos riscos, em que o fator subjetividade do aplicador é reduzido. Por forma a avaliar a validação dessa metodologia, esta vai ser comparada com duas metodologias já validadas e consideradas viáveis, a metodologia de William Fine e a NTP 330.

Como objetivos específicos foram desenvolvidos os seguintes:

- a) Adaptar a MIAR à realidade dos trabalhos em vala em ambiente urbano;
- b) Realizar uma rigorosa identificação de perigos e respetivos riscos e sua avaliação de forma a englobar todas as atividades com risco inerente, e orientar o aplicador para os aspetos mais relevantes em face dos dados obtidos até essa altura;
- c) Efetuar uma análise crítica dos resultados relativamente à aplicabilidade e fiabilidade do método;
- d) Propor alterações e ajustes no sentido de melhorar a aplicabilidade e a fiabilidade dos resultados obtidos.

3.2 Materiais e Métodos

No desenvolvimento do método de trabalho, foram determinadas alguns marcos de orientação, por forma a garantir a objetividade desta dissertação. As “milestones “ identificadas foram as seguintes por esta ordem:

- 1) Análise bibliográfica/revisão;
- 2) Estudo aprofundado dos três métodos;
- 3) Adaptação do MIAR e Aplicação dos três métodos
 - a. O método é analisado atentamente e é classificada toda a informação relevante a aplicar na obra;
 - b. São elaboradas tabelas com a informação relevante;
 - c. São aplicadas as tabelas no terreno, como ferramentas de recolha sem falhas, com toda a informação;
- 4) Análise dos resultados obtidos;
- 5) Reapreciação dos itens considerados com avaliação menos boa.

3.2.1 Métodos de trabalho

1ª Etapa

Recolha de informação sobre a atividade:

- Procedimentos gerais de segurança para a atividade;
- Projeto;
- Condicionantes do local
- Condicionantes da envolvente
- Equipamentos utilizados;
- Meios humanos utilizados;
- Formação disponibilizada.

Para a elaboração da informação foram consultadas todas as especificações técnicas e de segurança para a atividade do Dono de Obra, assim como, a pesquisa de dados específicos em bibliografia, a identificação da legislação aplicável. Foram analisados os regulamentos camarários, assim como toda a documentação inerente à segurança presente no Plano de Segurança e Saúde da empreitada analisada.

2ª Etapa

Esta etapa refere-se ao tratamento de toda a informação obtida, a qual permitirá construir diagramas de atividade, com a identificação de todas as entradas e saídas. Procede-se ainda à caracterização dos riscos existentes.

3ª Etapa:

Aplicação por vários Técnicos Superiores de Segurança, das três metodologias na mesma situação de abertura de vala em ambiente urbano.

4ª Etapa:

Análise das avaliações obtidas, e verificação estatística da repetibilidade do MIAR.

3.2.2 Envolvente e contexto

A atividade de abertura de vala em ambiente urbano analisada, é decorrente duma empreitada para ampliação da rede de distribuição da EDP-Gás. A entidade executante tem conhecimento do projeto da obra, assim como das condicionantes visíveis do local. Há desconhecimento quase completo, das infraestruturas enterradas existentes e do estado de sustentação das infraestruturas visíveis.

O autor, para garantir que todos os aplicadores das metodologias, vão analisar a mesma atividade, desenvolveu um pequeno vídeo com as várias fases do processo, minimizando desta forma a diversidade de conhecimentos dos aplicadores para a atividade em questão.

Na elaboração do vídeo, foram colocadas alguns erros propositados, no intuito de avaliar a forma como cada aplicador analisa a situação.

Todos os observadores receberam três minutas (uma para cada método) todas com os mesmos perigos e riscos, e em todas elas havia no final campos livres para o observador colocar novos perigos e riscos que identificassem na atividade visionada.

Para garantir uma amostragem significativa que demonstre a fiabilidade do método, o autor solicitou a 86 Técnicos Superiores de Segurança (TSS) que aplicassem o método, com o intuito de obter pelo menos metade das respostas. A meta das 42 respostas não foi alcançada, tendo 15 TSS aplicado os três métodos para esta atividade.

3.2.3 Equipamentos, protocolos e questionários/inquéritos

3.2.3.1 Identificação de riscos

Foram analisadas as condições em que são realizados os trabalhos para identificar os aspetos que possam ser um risco para o trabalhador – impactes negativos. Nesta análise foram identificados os seguintes riscos (impactes):

- Risco de afogamento - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de quebra da estanquidade de condutas de água dentro da vala com trabalhadores no seu interior.
- Risco de atropelamento ou choque de veículos e/ou máquinas - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de ocorrer atropelamento de pessoas ou choque de veículos e/ou máquinas durante a jornada de trabalho.
- Risco de capotamento de máquinas - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de capotamento de máquinas por excesso de carga ou perda de estabilidade.
- Risco de choques contra objetos imóveis - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de choque contra infraestruturas verticais, semáforos, muros, postes de iluminação, etc.
- Risco de eletrização - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de ocorrerem lesões devidas à passagem da corrente elétrica em qualquer parte do corpo.
- Risco de entalamento ou esmagamento entre objetos - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de entalamento ou esmagamento de qualquer parte do corpo por peças móveis de máquinas ou entre objetos ou materiais.
- Risco de entalamento ou esmagamento por equipamentos móveis - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de entalamento ou esmagamento de qualquer parte do corpo por peças móveis de máquinas ou entre objetos ou materiais.
- Risco de explosão - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de produção de misturas explosivas do ar com gases ou substâncias combustíveis.
- Risco de incêndio - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade da ocorrência de um incêndio devido à perda de estanquidade das condutas de transporte de substâncias inflamáveis.
- Risco de intoxicação, asfixia e afeção das vias respiratórias e olhos – aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de exposição a poeira ou substâncias nocivas ou tóxicas, devidos à inalação ou contacto cutâneo.
- Risco de lesões músculo-esqueléticas - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de ocorrerem sobre esforços, posturas inadequadas ou movimentos repetitivos.
- Risco de lesões no aparelho auditivo - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe exposição a um nível de ruído superior aos limites admissíveis. A avaliação deste risco deve ser efetuada mediante uma caracterização dos níveis de ruído no local considerando apenas a sinalização existente nos equipamentos de trabalho utilizados.
- Risco de queda a nível diferente – aspetos relacionados com trabalho efetuado em locais elevados ou nos seus acessos, em taludes ou junto à vala e que não tenham a proteção adequada e que possam originar queda em altura.
- Risco de queda de pessoas ao mesmo nível – aspetos relacionados com a existência de obstáculos ou substâncias no solo que possam provocar uma queda ao mesmo nível. Por exemplo, por tropeçamento em ferramentas, materiais, entulhos, pavimentos irregulares,

cabos ou cordas que cruzam o caminho ou por escorregamento em derrames de óleo, pavimentos molhados com água.

- Risco de queda de objetos – aspectos relacionados com a realização de trabalhos de abertura de vala na proximidade de estruturas ou sinalização de trânsito mal consolidadas levando ao desabamento do terreno e desmoronamento ou queda das infraestruturas.
- Risco de queda de objetos em movimentação – aspectos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de queda de objetos ou materiais, por exemplo, durante as operações de movimentação mecânica de cargas.
- Risco de queda de objetos desprendidos - aspectos relacionados com possibilidade de queda de objetos que se soltam do topo da vala apesar de não estarem a ser manipulados.
- Risco de soterramento – aspectos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de desabamento ou desmoronamento de maciços terrosos ou rochosos.

Os resultados da análise acima descrita foram compilados numa tabela de acordo com uma metodologia adaptada do “Bowtie”. No caso analisado, para a segurança e higiene ocupacionais, foram considerados os seguintes perigos, com o risco inerente a cada um deles.

Tabela 25 – Perigos e Riscos de Segurança e Higiene Ocupacionais em Trabalhos em Vala

| Perigos | Evento Desencadeador | Risco Correspondente |
|--|--|---|
| 1) Equipamento de movimentação de cargas (retroescavadora, giratória, bobcat, etc.) | ❖ Circulação de outros equipamentos e/ou viaturas | a) Colisão |
| | ❖ Inexistência de caminhos próprios para peões | b) Atropelamento |
| | ❖ Caminhar nas vias próprias para os equipamentos | |
| | ❖ Movimentação mecânica de cargas e escombros | c) Capotamento d) Queda de objetos e) Esmagamento |
| | ❖ Presença de obstáculos na via | f) Capotamento |
| | ❖ Proximidade excessiva com o equipamento em utilização | g) Entalamento h) Esmagamento |
| 2) Viaturas | ❖ Circulação de outras viaturas e/ou equipamentos | i) Colisão |
| | ❖ Inexistência de caminhos próprios para peões ❖ Caminhar nas vias próprias para viaturas | j) Atropelamento |
| 3) Infraestruturas Verticais (postes, semáforos, muros, pinos, etc.) | ❖ Quebra de sustentabilidade | k) Queda de objetos |
| | ❖ Caminhar nas proximidades da obra | l) Choque com objetos |
| 4) Infraestruturas elétricas aéreas | ❖ Aproximação às infraestruturas com corrente elétrica | m) Contato com cabo elétrico |
| 5) Obstáculos nos locais de passagem e acesso 6) Má arrumação de escombros 7) Má arrumação do pavimento retirado | ❖ Caminhar nas proximidades da obra | n) Queda ao mesmo nível o) Queda a diferente nível |

| Perigos | Evento Desencadeador | Risco Correspondente |
|---|---|---|
| 8) Vala | ❖ Caminhar ao nível da estrada junto à vala | p) Queda a diferente nível |
| | ❖ Quebra de coesão das paredes ❖ Falta ou rutura de entivação | q) Soterramento |
| | ❖ Presença de objetos (pedras, etc.) no fundo da vala | r) Queda ao mesmo nível |
| | ❖ Alagamento da vala por rotura das paredes de lençóis freáticos | s) Afogamento |
| | ❖ Trabalho dentro da vala | t) Queda de objetos desprendidos u) Afeção das vias respiratórias e olhos |
| 9) Escadas | ❖ Deslocação vertical com escadas | v) Queda a diferente nível |
| 10) Infraestruturas elétricas enterradas | ❖ Danificação das redes elétricas | w) Contato com cabo elétrico |
| 11) Infraestruturas de gás enterradas | ❖ Falha de estanquidade | x) (Asfixia por) inalação |
| | ❖ Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera inflamável | y) Incêndio |
| | ❖ Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera explosiva | z) Explosão |
| 12) Infraestruturas de água enterradas | ❖ Alagamento da vala por rotura de tubagens | aa) Afogamento |
| 13) Infraestruturas de saneamento e águas pluviais enterradas | ❖ Falha de estanquidade das tubagens | bb) (Intoxicação por) Inalação cc) (Asfixia por) inalação dd) (Intoxicação por) contato cutâneo |
| | ❖ Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera inflamável | ee) Incêndio |
| | ❖ Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera explosiva | ff) Explosão |
| | | |
| 14) Movimentação Manual de cargas | ❖ Posturas incorretas | gg) Entalamento |
| 15) Movimentação de terras manual | ❖ Equipamentos com partes moveis | hh) Esmagamento ii) Entalamento |
| 16) Colocação de barreiras de proteção | | |
| 17) Colocação de sinalização de segurança e de trânsito | | |

Para a avaliação dos impactes ambientais, foram considerados os seguintes perigos e respetivos riscos (Tabela 26):

Tabela 26 – Perigos e Riscos de Impactes Ambientais

| Perigos | Risco Correspondente |
|--------------------------|----------------------------------|
| 1) Consumo de energia | a) Impacte na reserva energética |
| 2) Emissões atmosféricas | b) Impacte na atmosfera |
| 3) Resíduos gerados | c) Impacte na flora |

Os perigos e riscos de Impactes Ambientais, surgem, de forma direta ao processo de abertura de vala e na sequência da produção de resíduos derivados dos materiais que não vão ser recolocados na vala e indireta aos processos de abertura de vala, na sequência de produção de resíduos de outros processos paralelos, contribuindo para a eficácia do serviço prestado, não sendo, no entanto, processos lineares e capazes de serem caracterizados.

Esses resíduos produzidos terão que ser obrigatoriamente tratados de forma conscienciosa e responsável pela administração, requerendo a colaboração de todos, para que o seu impacto ambiental, se não eliminado, seja reduzido. Esses resíduos resultam da utilização das viaturas, equipamentos de trabalho, sendo considerados os combustíveis utilizados e os produtos da sua combustão libertados.

3.2.3.2 Parâmetros de avaliação

A avaliação da significância do impacto e o consequente Índice de Risco (IR) terá em linha de conta três fatores (F. J. A. Antunes, 2009):

- A gravidade dos impactes – que será desdobrada em duas componentes:
 - Quantificação do aspeto conjugado com o nível de perigosidade;
 - Extensão do impacte.
- A probabilidade de ocorrência – que será desdobrada em dois componentes.
 - Exposição/frequência de ocorrência do aspeto;
 - Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo.
- Os custos e a complexidade técnica das medidas de prevenção/correção do aspeto.

Tendo em conta o descrito, os impactes derivados de aspetos com elevada probabilidade de ocorrência conjugada com uma elevada gravidade, estando eles associados a medidas de prevenção e correção do aspeto de baixo custo terão um elevado índice de significância.

3.2.3.2.1 Avaliação da probabilidade de ocorrência

Para a avaliação da probabilidade de ocorrência são consideradas, como já foi referido, duas componentes, o nível de exposição/frequência de ocorrência do aspeto e o nível de desempenho dos sistemas de prevenção e controlo existentes (F. J. A. Antunes, 2009).

O nível de exposição/frequência é avaliado de acordo com o tipo de operação a que está associado, ou seja, se a operação em causa se trata de uma operação normal, de rotina, ou se, por outro lado, se trata de uma operação pontual, ocorrida com menor frequência (F. J. A. Antunes, 2009).

A probabilidade de ocorrência de um determinado impacto está dependente do nível de desempenho dos sistemas de prevenção e controlo. Pelo exposto, determinado aspeto pode estar controlado com sistema de prevenção e controlo adequado e eficaz, sendo improvável que esse aspeto se concretize num impacto significativo. Apesar da existência de um sistema de prevenção e controlo o mesmo pode apresentar falhas na sua implementação, podendo-se assim traduzir numa maior probabilidade desse aspeto causar um impacto negativo. Tendo isto em conta, para determinar a probabilidade de ocorrência de um determinado impacto recorre-se à associação destas duas componentes (F. J. A. Antunes, 2009).

3.2.3.2.2 Avaliação da gravidade dos impactes

Para proceder à avaliação da gravidade dos impactes são consideradas duas componentes, a quantificação do aspeto conjugada com o nível de perigosidade e a extensão do impacto.

A quantificação do aspeto visa a avaliação quantitativa absoluta do aspeto associada com o nível de perigosidade da mesma. Estas duas variáveis são associadas devido ao facto da quantidade, em termos absolutos, de um determinado aspeto estar associado à perigosidade do mesmo. Trata-se, fundamentalmente, da aplicação da noção de “dose” à componente de avaliação quantitativa do aspeto. Por exemplo, os limites de exposição ao ruído estão estipulados em função da dose de ruído absorvida pelo trabalhador sendo que neste limite já estão englobadas as quantidades e a perigosidade associada a esse aspeto.

A outra componente associada à avaliação da gravidade é a quantificação da extensão dos impactes. A extensão do impacto está associada à projeção no espaço dos efeitos desse impacto, isto é, com efeitos apenas na área próxima e/ou nos trabalhadores do local, ou se se estende a outras áreas, está ainda associada à projeção no tempo, se os efeitos têm um carácter permanente ou não permanente que estará associado à capacidade de reversibilidade dos impactes de forma natural, ou se será necessário intervenção externa para o retorno à normalidade. Assim, a determinação da gravidade é avaliada recorrendo à integração destas duas componentes (F. J. A. Antunes, 2009).

3.2.3.2.3 Avaliação do custo e complexidade técnica de prevenção/correção do aspeto

Este parâmetro visa incorporar a componente económica das potenciais medidas de prevenção/correção do aspeto que se poderiam implementar. As situações em que baixos investimentos ou simples alterações possam conduzir à minimização de impactes significativos, são classificadas com uma pontuação elevada, de modo a que estas situações onde a melhoria é simples e ao alcance da organização sejam realçadas. Por outro lado, as situações onde os investimentos são elevados e/ou elevada complexidade serão pontuadas com valores baixos (F. J. A. Antunes, 2009).

3.2.3.3 Princípios de avaliação

Na tabela seguinte (Tabela 27) estão definidos os parâmetros de avaliação que foram tidos em conta para a avaliação de riscos de higiene e segurança ocupacionais, bem como a sua descrição e a pontuação a atribuir a cada um deles.

Tabela 27 – Parâmetros de avaliação para os riscos de segurança e higiene ocupacionais

| Parâmetros de Avaliação | Tipo de aspecto | Descrição | Valor |
|---|-------------------------------|---|-------|
| Gravidade do aspecto | Todos os aspectos | Aspectos que podem causar morte ou lesão com incapacidade permanente absoluta. | 10 |
| | | Aspectos que podem causar lesões graves, com incapacidade temporária, absoluta ou permanente parcial, mas de pequena percentagem (0- 15%) | 5 |
| | | Aspectos que podem causar lesões menores com incapacidade temporária parcial mas de baixa gravidade. | 3 |
| | | Aspectos que podem causar lesões pequenas sem qualquer tipo de incapacidade | 2 |
| | | Aspectos que não apresentem perigosidade | 1 |
| Extensão do impacto | Aplicável a todos os aspectos | Aspecto cuja extensão atinge mais do que 80% dos trabalhadores afetos a esse processo | 4 |
| | | Aspecto cuja extensão atinge entre 51% a 80% dos trabalhadores afetos a esse processo. | 3 |
| | | Aspecto cuja extensão atinge entre 11% a 50% dos trabalhadores afetos a esse processo. | 2 |
| | | Aspecto cuja extensão atinge até 10% dos trabalhadores afetos a esse processo. | 1 |
| Exposição/frequência de ocorrência do aspecto | Aplicável a todos os aspectos | Ocorrência contínua ou com periodicidade elevada, correspondente às condições normais de operação | 3 |
| | | Ocorrência periódica – Operação de arranque, paragem, ou condições de operação normais. | 2 |
| | | Ocorrência reduzida – correspondente a situações de emergência, acidentais ou pontuais. | 1 |
| Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo | Aplicável a todos os aspectos | Não existe um sistema de prevenção e controlo implementado | 5 |
| | | Existe um sistema de controlo implementado mas sem evidências da sua adequada funcionalidade | 4 |
| | Aplicável a todos os aspectos | Não existe um sistema de prevenção mas existe um sistema de controlo implementado que é funcional | 3 |
| | | Existe um sistema de prevenção e controlo implementado mas não existem evidências objetivas da sua adequada funcionalidade | 2 |
| | | Existe um sistema de prevenção e controlo implementado e existem evidências objetivas da sua adequada funcionalidade | 1 |
| Custo e complexidade técnica de prevenção/correção do aspecto | Aplicável a todos os aspectos | Metodologia de prevenção/correção com custo e complexidade técnica reduzida | 3 |
| | | Metodologia de prevenção/correção com custo e complexidade técnica médias. | 2 |
| | | Metodologia de prevenção/correção com custo e complexidade técnicas elevadas | 1 |

3.2.4 Índice de risco

Definidos os parâmetros a fase seguinte é calcular o índice de risco, que de acordo com o intervalo de pontuação em que se situar vai ser mais ou menos grave. Para calcular o índice de risco (IR) multiplica-se a pontuação de cada um dos parâmetros, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Equação 5 – Cálculo do Índice de Risco} \quad IR = G \times E \times EF \times PC \times C$$

Em que:

- IR - Índice de risco
- G - Gravidade (Q + P)
- E - Extensão do impacte (Risco)
- EF - Exposição/frequência de ocorrência do aspeto
- PC - Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo
- C - Custos e complexidade técnica das medidas de prevenção/correção do aspeto

O IR varia entre 1 e 1800, e foram definidos quatro níveis de risco, em função da pontuação obtida (tabela 28)

Tabela 28 – Intervalos de pontuação do Índice de Risco

| Índice de Risco | Intervalo de Pontuação |
|-----------------|------------------------|
| Menor | 1-90 |
| Médio | 91-250 |
| Elevado | 251-500 |
| Muito Elevado | 501-1800 |

3.2.5 Inquéritos / Questionários

Após a identificação dos perigos e dos riscos, foram desenvolvidas tabelas para a avaliação dos riscos pelos três métodos, que se encontram no anexo 1 desta dissertação.

PARTE 2

4 RESULTADOS

As avaliações dos riscos, pelos três métodos, realizadas pelos quinze observadores, para a atividade descrita no vídeo apresentado no anexo 2, foram compiladas no anexo 3.

Para os três métodos, e de forma a uma avaliação dos resultados mais expedita foram compiladas em três tabelas, uma para cada método, as avaliações desenvolvidas por cada observador.

Nas três tabelas a identificação do observador que desenvolveu a avaliação dos riscos está representada pela inicial do nome e apelido profissionais.

Para melhor comparação dos três métodos as cores dos níveis de intervenção de acordo com o método NTP330, passaram de azul, verde, laranja e vermelho, para verde, amarelo, laranja e vermelho.

4.1 Resultados das Avaliações de Riscos de acordo com o Método MIAR

Tabela 29 – Tabela de resultados das avaliações de riscos pelo método MIAR

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | IR | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------------|---------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|---------------|---------|---------|---------|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Equipamento de movimentação de cargas (retroescavadora, giratória, bobcat, etc.) | Circulação de outros equipamentos e/ou viaturas | Colisão | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| | Inexistência de caminhos próprios para peões | Atropelamento | Médio | Muito Elevado | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Médio |
| | Caminhar nas vias próprias para os equipamentos | | Elevado | Muito Elevado | Elevado | Elevado | Elevado | Elevado | Elevado | Elevado | Elevado | Elevado | Médio | Muito Elevado | Elevado | Elevado | Elevado |
| | Movimentação mecânica de cargas e escombros | Capotamento | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio |
| | | Queda de objetos | Médio | Menor | Menor | Médio | Médio | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |
| | | Esmagamento | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio |
| | Presença de obstáculos na via | Capotamento | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| | Proximidade excessiva com o equipamento em utilização | Entalamento | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Médio | Médio | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor |
| | | Esmagamento | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | IR | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------------|-------|---------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Viaturas | Circulação de outras viaturas e/ou equipamentos | Colisão | Menor | Menor | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| | Inexistência de caminhos próprios para peões | Atropelamento | Médio | Muito Elevado | Elevado | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Médio |
| | Caminhar nas vias próprias para viaturas | | Médio | Muito Elevado | Médio | Médio | Médio | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |
| Infraestruturas Verticais (postes, semáforos, muros, pinos, etc.) | Quebra de sustentabilidade | Queda de objetos | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| | Caminhar nas proximidades da obra | Choque com objetos | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| Infraestruturas elétricas aéreas | Aproximação às infraestruturas com corrente elétrica | Contato com cabos elétricos | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| Obstáculos nos locais de passagem e acesso Má arrumação de escombros Má arrumação do pavimento retirado | Caminhar nas proximidades da obra | Queda ao mesmo nível | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| | | Queda a diferente nível | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | IR | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------------------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Vala | Caminhar ao nível da estrada junto à vala | Queda a diferente nível | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| | Quebra de coesão das paredes | Soterramento | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Elevado | Menor | Menor | Menor |
| | Falta ou rutura de entivação | | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Menor | Médio | Elevado | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Médio |
| | Presença de objetos (pedras, etc.) no fundo da vala | Queda ao mesmo nível | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |
| | Alagamento da vala por rutura das paredes de lençóis freáticos | Afogamento | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio |
| | Trabalho dentro da vala | Queda de objetos desprendidos | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| | | Afeção das vias respiratórias e olhos | Elevado | Menor | Elevado | Elevado | Elevado | Elevado | Médio | Elevado | Elevado | Elevado | Médio | Elevado | Elevado | Elevado | Elevado |
| Escadas | Deslocação vertical com escadas | Queda a diferente nível | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| Infraestruturas elétricas enterradas | Danificação das redes elétricas | Contato com cabos elétricos | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | IR | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Infraestruturas de gás enterradas | Falha de estanquidade das tubagens | Asfixia por inalação | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera inflamável | Incêndio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera explosiva | Explosão | Médio | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |
| Infraestruturas de água enterradas | Alagamento da vala por rotura de tubagens | Afogamento | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio |
| Infraestruturas de saneamento e águas pluviais enterradas | Falha de estanquidade das tubagens | (Intoxicação por) Inalação | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |
| | | Asfixia por inalação | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |
| | | (Intoxicação por) contato cutâneo | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera inflamável | Incêndio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Menor | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | IR | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Infraestruturas de saneamento e águas pluviais enterradas | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera explosiva | Explosão | Médio | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Médio | Elevado | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio | Médio |
| Movimentação Manual de cargas | Posturas incorretas | Entalamento | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| Movimentação de terras manual | Equipamentos com partes moveis | Esmagamento | Menor | Médio | Médio | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Médio | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |
| Colocação de barreiras de proteção Colocação de sinalização de segurança e de trânsito | | Entalamento | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor | Menor |

4.2 Resultados das Avaliações de Riscos de acordo com o Método NTP330

Tabela 30 – Tabela de resultados das avaliações de riscos pelo método NTP330

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | Nível de Intervenção | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|----------------------|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Equipamento de movimentação de cargas (retroescavador a, giratória, bobcat, etc.) | Circulação de outros equipamentos e/ou viaturas | Colisão | III | III | II | II | II | II | III | II | II | II | III | III | II | III | II |
| | Inexistência de caminhos próprios para peões | Atropelamento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | III |
| | Caminhar nas vias próprias para os equipamentos | | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | III |
| | Movimentação mecânica de cargas e escombros | Capotamento | III | III | III | II | II | II | III | II | II | III | III | III | II | III | IV |
| | | Queda de objetos | I | III | I | I | I | I | II | I | I | I | I | I | I | I | I |
| | | Esmagamento | II | III | III | II | II | II | III | II | II | II | III | III | II | III | II |
| | Presença de obstáculos na via | Capotamento | III | III | II | III | II | II | III | II | II | III | III | III | III | III | IV |
| | Proximidade excessiva com o equipamento em utilização | Entalamento | II | III | III | III | II | II | III | III | III | III | III | III | III | III | III |
| | | Esmagamento | II | II | III | II | II | II | III | II | II | II | III | III | II | III | II |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | Nível de Intervenção | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------------|----------------------|--------------|-----|----|----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|----|--------------|-----|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Viaturas | Circulação de outras viaturas e/ou equipamentos | Colisão | III | Não avaliado | III | II | II | II | III | III | II | II | III | III | II | III | II |
| | Inexistência de caminhos próprios para peões | Atropelamento | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | III |
| | Caminhar nas vias próprias para viaturas | | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | III |
| Infraestruturas Verticais (postes, semáforos, muros, pinos, etc.) | Quebra de sustentabilidade | Queda de objetos | III | III | III | II | II | II | III | II | II | II | III | III | II | III | II |
| | Caminhar nas proximidades da obra | Choque com objetos | II | III | II | II | II | II | III | II | II | II | II | III | II | II | II |
| Infraestruturas elétricas aéreas | Aproximação às infraestruturas com corrente elétrica | Contato com cabo elétrico | II | III | II | II | II | I | II | II | II | II | II | II | II | Não avaliado | II |
| Obstáculos nos locais de passagem e acesso Má arrumação de escombros Má arrumação do pavimento retirado | Caminhar nas proximidades da obra | Queda ao mesmo nível | II | III | II | II | I | II | II | II | II | II | II | III | II | II | II |
| | | Queda a diferente nível | II | III | I | II | II | I | II | II | II | II | II | II | II | II | I |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | Nível de Intervenção | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------------------|----------------------|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|----|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Vala | Caminhar ao nível da estrada junto à vala | Queda a diferente nível | II | III | II | II | II | II | III | II | II | II | II | III | II | II | II |
| | Quebra de coesão das paredes | Soterramento | III | II | III | II | II | II | III | III | II | II | III | III | II | III | II |
| | Falta ou rutura de entivação | | I | II | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| | Presença de objetos (pedras, etc.) no fundo da vala | Queda ao mesmo nível | II | III | II | II | I | II | II | II | II | II | II | II | II | II | II |
| | Alagamento da vala por rotura das paredes de lençóis freáticos | Afogamento | II | II | II | II | II | I | II | I | II | I | II | II | II | Não avaliado | II |
| | Trabalho dentro da vala | Queda de objetos desprendidos | I | III | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I | I |
| | | Afeção das vias respiratórias e olhos | III | III | III | III | II | II | III | III | III | III | III | III | III | III | II |
| Escadas | Deslocação vertical com escadas | Queda a diferente nível | III | II | II | II | II | II | III | III | II | II | III | III | II | III | II |
| Infraestruturas elétricas enterradas | Danificação das redes elétricas | Contato com cabo elétrico | II | II | I | I | I | I | II | II | I | I | II | II | I | II | I |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | Nível de Intervenção | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------------------|----------------------|-----|-----|----|----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|----|--------------|----|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Infraestruturas de gás enterradas | Falha de estanquidade das tubagens | Asfixia por inalação | II | II | II | II | II | I | II | I | II | I | II | II | II | Não avaliado | II |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera inflamável | Incêndio | III | II | III | II | II | II | III | II | II | I | III | III | II | Não avaliado | II |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera explosiva | Explosão | II | II | II | II | II | I | II | II | II | I | II | II | II | Não avaliado | II |
| Infraestruturas de água enterradas | Alagamento da vala por rotura de tubagens | Afogamento | II | II | II | II | II | I | II | I | II | I | II | II | II | Não avaliado | II |
| Infraestruturas de saneamento e águas pluviais enterradas | Falha de estanquidade das tubagens | (Intoxicação por) Inalação | III | III | III | II | II | II | III | II | II | II | III | III | II | Não avaliado | II |
| | | Asfixia por inalação | II | II | II | II | II | I | II | I | II | II | II | II | II | Não avaliado | II |
| | | (Intoxicação por) contato cutâneo | III | III | III | II | II | II | III | III | II | II | III | III | II | Não avaliado | II |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera inflamável | Incêndio | III | II | III | II | II | II | III | II | II | I | III | III | II | Não avaliado | II |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | Nível de Intervenção | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|----------------------|-----|-----|-----|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Infraestruturas de saneamento e águas pluviais enterradas | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera explosiva | Explosão | II | II | II | II | II | I | II | II | II | I | II | II | II | Não avaliado | I |
| Movimentação Manual de cargas | Posturas incorretas | Entalamento | II | III | II | II | I | II | III | II | II | III | II | II | II | II | II |
| Movimentação de terras manual | Equipamentos com partes moveis | Esmagamento | III | III | III | II | II | II | III | II | II | II | III | III | II | III | II |
| Colocação de barreiras de proteção | | Entalamento | III | III | III | III | II | II | III | II | III | III | III | III | III | III | III |
| Colocação de sinalização de segurança e de trânsito | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.3 Resultados das Avaliações de Riscos de acordo com o Método William Fine

Tabela 31 – Tabela de resultados das avaliações de riscos pelo método William Fine

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | R | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|------------------|----------|-----------|---------|----------------|----------------|---------|---------|---------|----------------|----------------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Equipamento de movimentação de cargas (retroescavador a, giratória, bobcat, etc.) | Circulação de outros equipamentos e/ou viaturas | Colisão | Moderado | Aceitável | Alta | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Grave Iminente | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável |
| | Inexistência de caminhos próprios para peões | Atropelamento | Alta | Notável | Alta | Grave Iminente | Alta | Notável | Notável | Notável | Alta | Grave Iminente | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável |
| | Caminhar nas vias próprias para os equipamentos | | Alta | Notável | Alta | Grave Iminente | Alta | Notável | Notável | Notável | Alta | Grave Iminente | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável |
| | Movimentação mecânica de cargas e escombros | Capotamento | Moderado | Aceitável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Alta | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Aceitável |
| | | Queda de objetos | Moderado | Moderado | Alta | Alta | Grave Iminente | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta | Notável | Alta | Notável | Alta |
| | | Esmagamento | Notável | Aceitável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável |
| | Presença de obstáculos na via | Capotamento | Notável | Aceitável | Alta | Alta | Grave Iminente | Alta | Alta | Alta | Grave Iminente | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta | Aceitável |
| | Proximidade excessiva com o equipamento em utilização | Entalamento | Alta | Notável | Alta | Alta | Grave Iminente | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta | Notável | Alta | Notável | Alta |
| | | Esmagamento | Alta | Notável | Alta | Alta | Grave Iminente | Alta | Alta | Alta | Grave Iminente | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | R | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---------------------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Viaturas | Circulação de outras viaturas e/ou equipamentos | Colisão | Moderado | Aceitável | Alta | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Grave Iminente | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável |
| | Inexistência de caminhos próprios para peões | Atropelamento | Alta | Notável | Alta | Grave Iminente | Alta | Notável | Notável | Notável | Alta | Grave Iminente | Notável | Alta | Notável | Notável | Moderado |
| | Caminhar nas vias próprias para viaturas | | Alta | Notável | Alta | Grave Iminente | Alta | Notável | Notável | Notável | Alta | Grave Iminente | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável |
| Infraestruturas Verticais (postes, semáforos, muros, pinos, etc.) | Quebra de sustentabilidade | Queda de objetos | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Moderado | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Moderado | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável |
| | Caminhar nas proximidades da obra | Choque com objetos | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável |
| Infraestruturas elétricas aéreas | Aproximação às infraestruturas com corrente elétrica | Contato com cabo elétrico | Moderado | Aceitável | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Notável | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado |
| Obstáculos nos locais de passagem e acesso Má arrumação de escombros Má arrumação do pavimento retirado | Caminhar nas proximidades da obra | Queda ao mesmo nível | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Alta | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado |
| | | Queda a diferente nível | Moderado | Grave Iminente | Notável | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Moderado | Notável | Moderado | Notável |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | R | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-----------|----------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Vala | Caminhar ao nível da estrada junto à vala | Queda a diferente nível | Moderado | Grave Iminente | Notável | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Aceitável | Notável | Moderado | Notável | Moderado | Notável |
| | Quebra de coesão das paredes | Soterramento | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Notável | Grave Iminente | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado |
| | Falta ou rutura de entivação | | Notável | Notável | Notável | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Alta | Grave Iminente | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável |
| | Presença de objetos (pedras, etc.) no fundo da vala | Queda ao mesmo nível | Moderado | Aceitável | Moderado | Moderado | Alta | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado |
| | Alagamento da vala por rotura das paredes de lençóis freáticos | Afogamento | Notável | Aceitável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável |
| | Trabalho dentro da vala | Queda de objetos desprendidos | Moderado | Aceitável | Moderado | Moderado | Alta | Moderado | Moderado | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado |
| | | Afeção das vias respiratórias e olhos | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável |
| Escadas | Deslocação vertical com escadas | Queda a diferente nível | Aceitável | Notável | Aceitável | Aceitável | Notável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável |
| Infraestruturas elétricas enterradas | Danificação das redes elétricas | Contato com cabo elétrico | Moderado | Grave Iminente | Moderado | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Grave Iminente | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | R | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------------------|-----------|----------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Vala | Caminhar ao nível da estrada junto à vala | Queda a diferente nível | Moderado | Grave Iminente | Notável | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Aceitável | Notável | Moderado | Notável | Moderado | Notável |
| | Quebra de coesão das paredes | Soterramento | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Notável | Grave Iminente | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado |
| | Falta ou rutura de entivação | | Notável | Notável | Notável | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Alta | Grave Iminente | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável |
| | Presença de objetos (pedras, etc.) no fundo da vala | Queda ao mesmo nível | Moderado | Aceitável | Moderado | Moderado | Alta | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado |
| | Alagamento da vala por rotura das paredes de lençóis freáticos | Afogamento | Notável | Aceitável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável |
| | Trabalho dentro da vala | Queda de objetos desprendidos | Moderado | Aceitável | Moderado | Moderado | Alta | Moderado | Moderado | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado |
| | | Afeção das vias respiratórias e olhos | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável |
| Escadas | Deslocação vertical com escadas | Queda a diferente nível | Aceitável | Notável | Aceitável | Aceitável | Notável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Aceitável |
| Infraestruturas elétricas enterradas | Danificação das redes elétricas | Contato com cabo elétrico | Moderado | Grave Iminente | Moderado | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Grave Iminente | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | R | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Infraestruturas de gás enterradas | Falha de estanquidade das tubagens | Asfixia por inalação | Moderado | Aceitável | Moderado | Notável | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Notável | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera inflamável | Incêndio | Aceitável | Notável | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Moderado | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera explosiva | Explosão | Aceitável | Alta | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável | Notável | Aceitável | Moderado | Aceitável | Aceitável | Aceitável |
| Infraestruturas de água enterradas | Alagamento da vala por rotura de tubagens | Afogamento | Notável | Aceitável | Alta | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Grave Iminente | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável |
| Infraestruturas de saneamento e águas pluviais enterradas | Falha de estanquidade das tubagens | (Intoxicação por) Inalação | Aceitável | Notável | Notável | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Aceitável | Moderado |
| | | Asfixia por inalação | Moderado | Aceitável | Notável | Notável | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Notável | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado |
| | | (Intoxicação por) contato cutâneo | Aceitável | Aceitável | Notável | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Aceitável | Moderado |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera inflamável | Incêndio | Aceitável | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Aceitável | Notável | Moderado | Moderado | Moderado | Aceitável | Moderado |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | R | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|-----------|-----------|----------|----------|----------------|----------|----------|----------|-----------|---------|----------|----------|----------|-----------|----------|
| | | | AD | AF | AS | BO | CF | CM | EA | EF | FP | JP | MC | MF | RB | SD | SM |
| Infraestruturas de saneamento e águas pluviais enterradas | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera explosiva | Explosão | Aceitável | Alta | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Moderado | Aceitável | Alta | Moderado | Moderado | Moderado | Aceitável | Moderado |
| Movimentação Manual de cargas | Posturas incorretas | Entalamento | Notável | Aceitável | Notável | Notável | Grave Iminente | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável |
| Movimentação de terras manual | Equipamentos com partes moveis | Esmagamento | Moderado | Moderado | Notável | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Moderado | Notável | Moderado | Notável |
| Colocação de barreiras de proteção | | Entalamento | Moderado | Aceitável | Notável | Notável | Alta | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Notável | Moderado | Notável | Moderado | Notável |
| Colocação de sinalização de segurança e de trânsito | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.4 Resultados estatísticos das Avaliações de Riscos

Tabela 32 – Tabela de análise estatística dos resultados das avaliações de riscos

| Perigo (Aspetto) | Caracterização do Perigo | Risco | MIAR | | | | NTP330 | | | | William Fine | | | |
|---|---|------------------|---------------|-------|---------|------|---------------|-------|---------|------|---------------|-------|---------|------|
| | | | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda |
| Equipamento de movimentação de cargas (retroescavador a, giratória, bobcat, etc.) | Circulação de outros equipamentos e/ou viaturas | Colisão | 12 | 23 | 20 | 20 | 118 | 233 | 240 | 120 | 105 | 156 | 150 | 150 |
| | Inexistência de caminhos próprios para peões | Atropelamento | 142 | 218 | 200 | 200 | 580 | 1385 | 1200 | 1800 | 104 | 227 | 180 | 150 |
| | Caminhar nas vias próprias para os equipamentos | | 138 | 403 | 450 | 450 | 664 | 1809 | 1800 | 2400 | 104 | 227 | 180 | 150 |
| | Movimentação mecânica de cargas e escombros | Capotamento | 54 | 161 | 180 | 180 | 119 | 188 | 120 | 120 | 73 | 107 | 90 | 90 |
| | | Queda de objetos | 37 | 109 | 108 | 108 | 484 | 1113 | 1080 | 1080 | 101 | 237 | 270 | 270 |
| | | Esmagamento | 52 | 163 | 180 | 180 | 105 | 216 | 240 | 240 | 57 | 107 | 90 | 90 |
| | Presença de obstáculos na via | Capotamento | 38 | 93 | 90 | 90 | 71 | 145 | 120 | 120 | 122 | 250 | 270 | 270 |
| | Proximidade excessiva com o equipamento em utilização | Entalamento | 33 | 95 | 90 | 90 | 59 | 100 | 100 | 50 | 69 | 258 | 270 | 270 |
| | | Esmagamento | 38 | 141 | 150 | 150 | 96 | 223 | 240 | 240 | 73 | 284 | 270 | 270 |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | MIAR | | | | NTP330 | | | | William Fine | | | |
|---|--|---------------------------|------------------|-------|---------|------|------------------|-------|---------|------|------------------|-------|---------|------|
| | | | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda |
| Viaturas | Circulação de outras viaturas e/ou equipamentos | Colisão | 36 | 75 | 80 | 80 | 106 | 185 | 120 | 120 | 103 | 161 | 150 | 150 |
| | Inexistência de caminhos próprios para peões | Atropelamento | 135 | 252 | 200 | 200 | 673 | 1505 | 1800 | 1800 | 112 | 220 | 180 | 150 |
| | Caminhar nas vias próprias para viaturas | | 145 | 186 | 120 | 120 | 664 | 1809 | 1800 | 2400 | 104 | 227 | 180 | 150 |
| Infraestruturas Verticais (postes, semáforos, muros, pinos, etc.) | Quebra de sustentabilidade | Queda de objetos | 22 | 13 | 6 | 6 | 109 | 204 | 240 | 120 | 14 | 21 | 15 | 15 |
| | Caminhar nas proximidades da obra | Choque com objetos | 33 | 16 | 6 | 6 | 97 | 173 | 150 | 150 | 4 | 7 | 5 | 5 |
| Infraestruturas elétricas aéreas | Aproximação às infraestruturas com corrente elétrica | Contato com cabo elétrico | 41 | 93 | 90 | 90 | 160 | 285 | 240 | 400 | 35 | 44 | 30 | 30 |
| Obstáculos nos locais de passagem e acesso Má arrumação de escombros Má arrumação do pavimento retirado | Caminhar nas proximidades da obra | Queda ao mesmo nível | 6 | 25 | 24 | 24 | 119 | 223 | 240 | 240 | 65 | 69 | 60 | 60 |
| | | Queda a diferente nível | 13 | 71 | 72 | 72 | 162 | 379 | 450 | 450 | 126 | 124 | 90 | 90 |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | MIAR | | | | NTP330 | | | | William Fine | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------|-------|---------|------|---------------|-------|---------|------|---------------|-------|---------|------|
| | | | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda |
| Vala | Caminhar ao nível da estrada junto à vala | Queda a diferente nível | 17 | 68 | 72 | 72 | 92 | 181 | 150 | 200 | 129 | 119 | 90 | 90 |
| | Quebra de coesão das paredes | Soterramento | 56 | 112 | 90 | 90 | 107 | 212 | 240 | 120 | 105 | 86 | 45 | 45 |
| | Falta ou rutura de entivação | | 47 | 181 | 180 | 180 | 579 | 1264 | 1080 | 1080 | 83 | 172 | 135 | 135 |
| | Presença de objetos (pedras, etc.) no fundo da vala | Queda ao mesmo nível | 29 | 103 | 108 | 108 | 116 | 227 | 240 | 240 | 66 | 67 | 60 | 60 |
| | Alagamento da vala por rotura das paredes de lençóis freáticos | Afogamento | 92 | 213 | 200 | 200 | 276 | 389 | 400 | 400 | 66 | 121 | 90 | 90 |
| | Trabalho dentro da vala | Queda de objetos desprendidos | 13 | 51 | 54 | 54 | 520 | 1187 | 1080 | 1440 | 49 | 59 | 45 | 45 |
| | | Afeção das vias respiratórias e olhos | 79 | 251 | 270 | 270 | 56 | 88 | 50 | 50 | 12 | 18 | 15 | 15 |
| Escadas | Deslocação vertical com escadas | Queda a diferente nível | 15 | 69 | 72 | 72 | 77 | 147 | 150 | 150 | 25 | 24 | 15 | 15 |
| Infraestruturas elétricas enterradas | Danificação das redes elétricas | Contato com cabo elétrico | 30 | 66 | 60 | 60 | 181 | 507 | 600 | 600 | 142 | 101 | 45 | 45 |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | MIAR | | | | NTP330 | | | | William Fine | | | |
|---|---|------------------------------------|---------------|-------|---------|------|---------------|-------|---------|------|---------------|-------|---------|------|
| | | | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda |
| Infraestruturas de gás enterradas | Falha de estanquidade das tubagens | Asfixia por inalação | 70 | 193 | 200 | 200 | 276 | 389 | 400 | 400 | 36 | 56 | 45 | 45 |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera inflamável | Incêndio | 32 | 107 | 100 | 100 | 282 | 295 | 240 | 120 | 37 | 24 | 13 | 8 |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera explosiva | Explosão | 76 | 200 | 200 | 200 | 273 | 363 | 400 | 400 | 76 | 38 | 13 | 8 |
| Infraestruturas de água enterradas | Alagamento da vala por rotura de tubagens | Afogamento | 75 | 191 | 200 | 200 | 276 | 389 | 400 | 400 | 98 | 153 | 135 | 135 |
| Infraestruturas de saneamento e águas pluviais enterradas | Falha de estanquidade das tubagens | (Intoxicação por) Inalação | 35 | 99 | 100 | 100 | 124 | 199 | 240 | 240 | 30 | 53 | 45 | 45 |
| | | Asfixia por inalação | 65 | 200 | 200 | 200 | 161 | 336 | 400 | 400 | 37 | 58 | 45 | 45 |
| | | (Intoxicação por) contato cutâneo | 33 | 100 | 100 | 100 | 125 | 191 | 120 | 120 | 31 | 47 | 45 | 45 |
| | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera inflamável | Incêndio | 30 | 103 | 100 | 100 | 282 | 295 | 240 | 120 | 46 | 40 | 23 | 23 |

| Perigo (Aspeto) | Caracterização do Perigo | Risco | MIAR | | | | NTP330 | | | | William Fine | | | |
|--|---|-------------|------------------|-------|---------|------|------------------|-------|---------|------|------------------|-------|---------|------|
| | | | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda | Desvio Padrão | Média | Mediana | Moda |
| Infraestruturas de saneamento e águas pluviais enterradas | Falha de estanquidade das tubagens com formação de atmosfera explosiva | Explosão | 76 | 200 | 200 | 200 | 276 | 389 | 400 | 400 | 98 | 61 | 23 | 23 |
| Movimentação Manual de cargas | Posturas incorretas | Entalamento | 19 | 72 | 72 | 72 | 171 | 235 | 150 | 150 | 114 | 175 | 180 | 180 |
| Movimentação de terras manual | Equipamentos com partes moveis | Esmagamento | 20 | 81 | 72 | 72 | 95 | 200 | 240 | 240 | 53 | 91 | 90 | 90 |
| Colocação de barreiras de proteção | | Entalamento | 13 | 50 | 48 | 48 | 56 | 91 | 100 | 50 | 57 | 88 | 90 | 90 |
| Colocação de sinalização de segurança e de trânsito | | | | | | | | | | | | | | |

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.1 Método MIAR

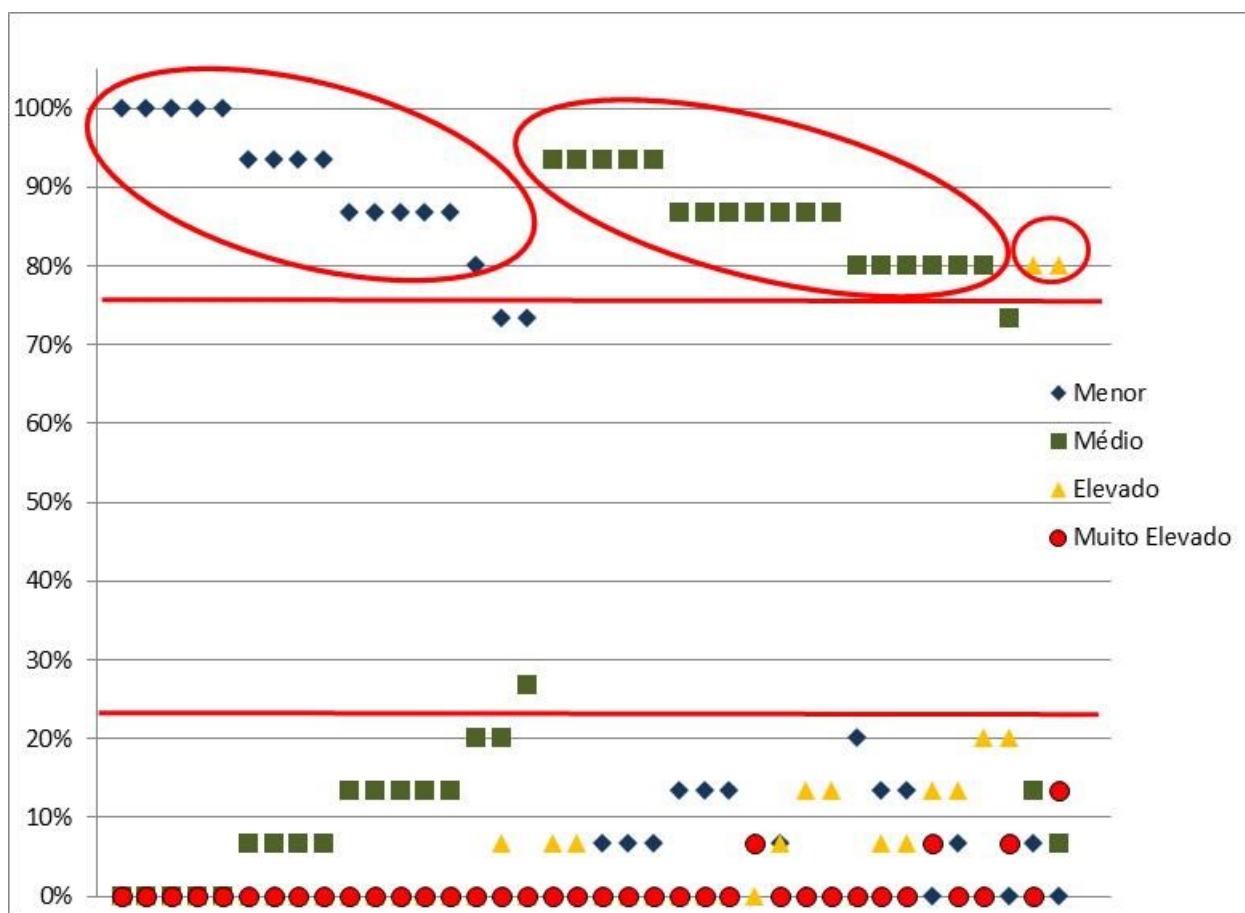


Figura 1 – Dispersão dos Resultados pelo Método MIAR

Os riscos de “atropelamento por caminhar nas vias próprias para os equipamentos de trabalho” e de “afeção das vias respiratórias e olhos nos trabalhos dentro da vala”, foram avaliados pela maioria dos observadores como sendo de nível Elevado. O índice risco “Muito Elevado” foi utilizado 5 vezes e sempre para o risco de atropelamento e por dois observadores. O risco de “atropelamento por caminhar nas vias próprias para viaturas” foi avaliado com 3 índices de risco diferentes não contíguos. Na generalidade os riscos da atividade analisada foram avaliados como sendo de índice de risco Médio.

5.2 Método NTP 330

Nenhum dos observadores, avaliou um risco com o nível de intervenção mais reduzido. Em cinquenta por cento (50%) das avaliações dos riscos feitas o nível de intervenção foi **II – Corrigir e adotar medidas de controle**.

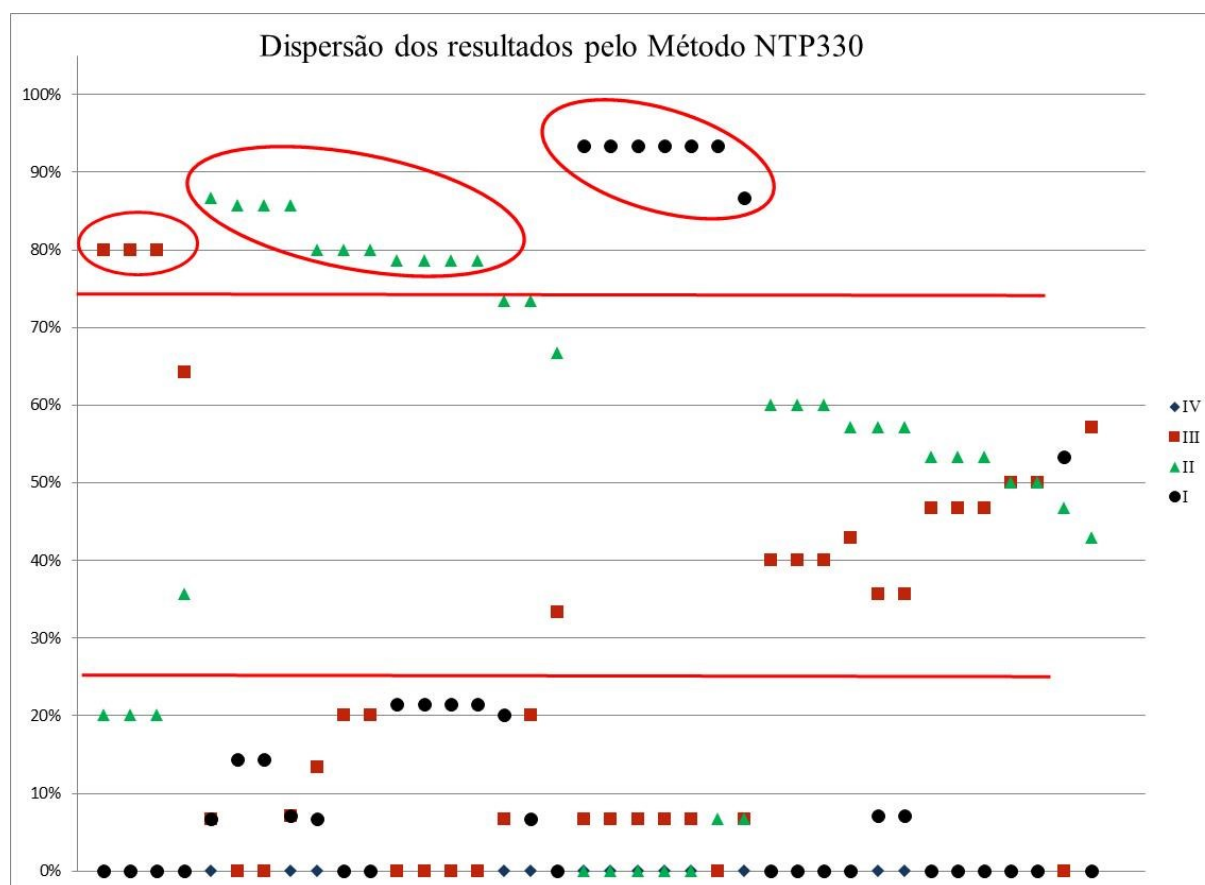


Figura 2 – Dispersão dos Resultados pelo Método NTP330

5.3 Método William Fine

Apenas o risco de “Choque conta infraestruturas verticais por caminhar nas proximidades da obra” foi avaliado pelos quinze observadores com o mesmo nível de risco.

Os riscos de “colisão de equipamentos com outros equipamentos e/ou viaturas”, “colisão de viaturas com outras viaturas e/ou equipamentos” e “queda a diferente nível durante o caminhar ao nível da estrada junto à vala” foram avaliados com os cinco (5) níveis de risco.

Quatro riscos foram avaliados pela maioria dos observadores como sendo de nível Elevado, todos eles relacionados com a utilização de equipamentos de movimentação de cargas.

Somente dois dos riscos identificados foram avaliados por todos os observadores como tendo um nível de risco Aceitável ou Moderado.

Após a avaliação dos riscos, pelos quinze observadores, constata-se as seguintes situações:

O nível de risco **Grave Iminente** foi utilizado 22 vezes por cinco observadores para os seguintes riscos:

- Atropelamento – 6 vezes
- Capotamento – 2 vezes
- Colisão – 2 vezes
- Contato com cabos elétricos – 2 vezes
- Entalamento – 2 vezes
- Esmagamento – 2 vezes
- Soterramento – 2 vezes
- Queda a diferente nível – 2 vezes
- Queda de objetos – 1 vez

- Afogamento – 1 vez

Na generalidade os riscos da atividade analisada foram avaliados como sendo de nível **Moderado**.

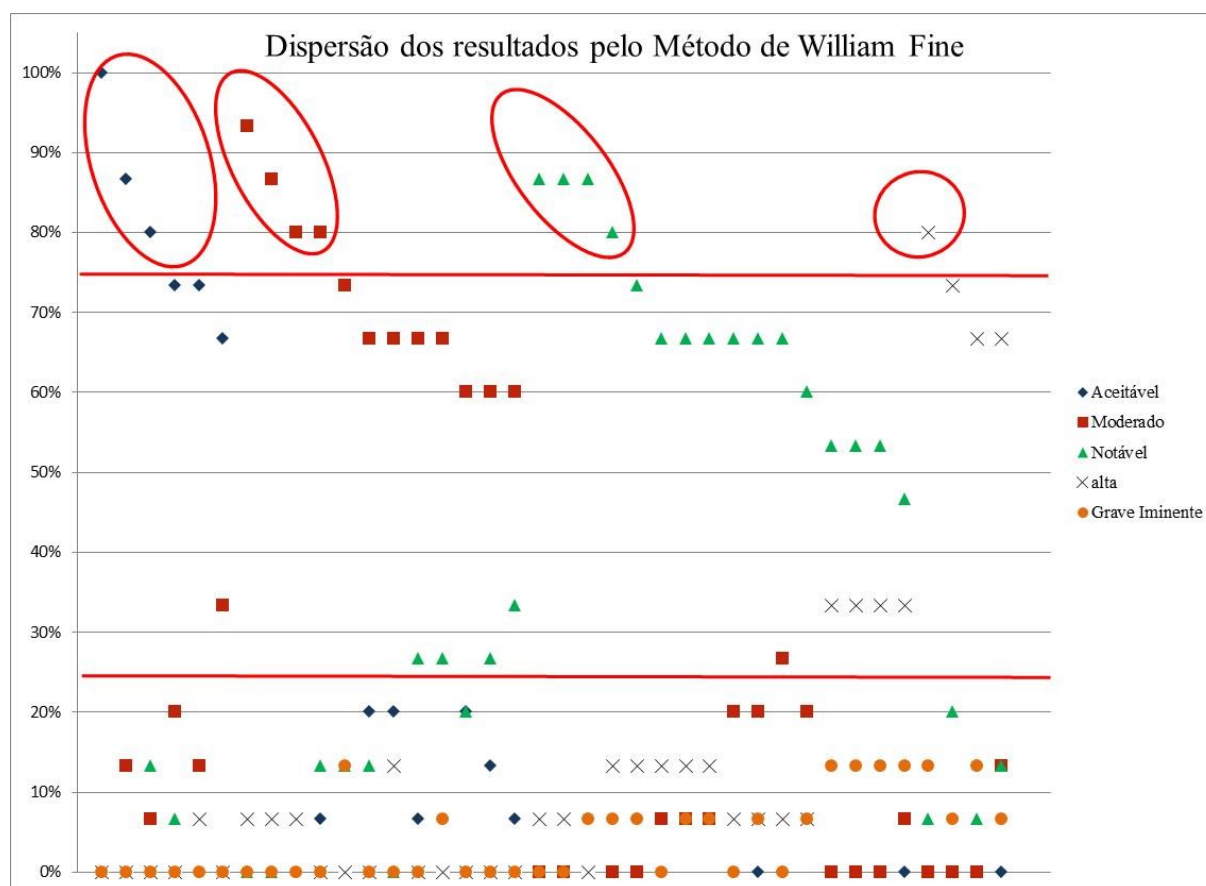


Figura 3 – Dispersão dos Resultados pelo Método William Fine

5.4 Discussão dos Resultados

| | NTP 330 | William Fine | MIAR |
|---|---------|--------------|---------|
| Quantidade de riscos avaliados da mesma forma por todos os observadores | 0 | 1 | 5 |
| Convergência dos resultados superior a 75% | 23 | 13 | 35 |
| Avaliação do risco preponderante indeterminada | 14 | 9 | 0 |
| Avaliação do risco no nível mais severo | 130/558 | 24/570 | 5/570 |
| Avaliação do risco no nível menos severo | 2/558 | 100/570 | 250/570 |
| Avaliação do risco nos dois níveis mais severos | 409/558 | 109/570 | 49/570 |
| Avaliação do risco nos dois níveis menos severos | 149/558 | 261/570 | 521/570 |
| Risco avaliado com todos os níveis de risco | 0 | 5 | 0 |
| Riscos avaliados apenas com os dois níveis de risco menos severos | 0 | 2 | 22 |

| | | | |
|---|---------------------------------------|---|---|
| Risco com avaliações não contíguas | 2 | 9 | 0 |
| All observers evaluated at list one risk with a higher level | 0 | 1 | 0 |
| Riscos que os observadores consideraram não poderem ser avaliados por este método | 11 (1 observador) 1 (1 observador) | 0 | 0 |

A avaliação dos riscos, consiste essencialmente na identificação dos aspetos que podem conduzir à ocorrência de acidentes, sua avaliação e na formulação de hipóteses para a implementação de medidas que aumentem a segurança nos locais de trabalho.

Um dos fatores que mais influencia a avaliação dos riscos é a percepção do observador e a sua experiência. Haverá sempre um aspeto subjetivo na apreciação, que requer um julgamento por parte de quem faz a análise – o fator humano na avaliação do risco.

Os observadores na sua generalidade, consideram que o risco da inexistência da medida de prevenção é inferior ao da execução da atividade; sendo esta situação mais evidente nos riscos de atropelamento por inexistência de caminhos próprios para peões, e no atropelamento por caminhar nas vias próprias para viaturas ou equipamentos.

Os riscos inerentes à existência de infraestruturas verticais (postes, semáforos, muros, etc.), na proximidade da vala foram avaliados pelo método William Fine como sendo **Aceitável** e pelo NTP330 como sendo para **corrigir e adotar medidas de controlo**. A situação repete-se ao longo de toda a avaliação dos riscos.

Grande parte dos acidentes ocorridos não resulta em danos para os trabalhadores. O maior número de acidentes, ocorrem devido a trabalhos a realizar muito junto a infraestruturas verticais provocando a sua derrocada, felizmente na maioria dos casos não existem trabalhadores no interior da vala no momento do acidente. A existência quase continua, no dia-a-dia do condutor, de vias de circulação que tem de partilhar com trabalhos de instalação, manutenção, reparação e substituição de infraestruturas enterradas, levou a um cuidado intrínseco nos condutores que minimiza o risco de atropelamento, avaliado penosamente pelos observadores.

A afeção das vias respiratórias e olhos é um dos principais riscos, que normalmente é desprezado pelos trabalhadores que desenvolvem a sua atividade em valas, negligenciando o fato de as pneumoconioses estarem no pódio das doenças profissionais em Portugal.

Analizados os resultados obtidos para os trinta e oito riscos de segurança identificados e avaliados com a aplicação dos três métodos pode-se constatar que os resultados do método MIAR estão concentrados em níveis de risco inferiores aos obtidos pelos outros dois métodos.

Da aplicação dos três métodos para a mesma situação, foi possível verificar que o MIAR foi mais consensual na avaliação feita pelos quinze observadores, sendo o método William Fine o menos consensual.

De salientar que, houve doze riscos que foram considerados como não avaliados pelo método NTP330 por um dos observadores, e outro observador considerou que o risco de colisão de viaturas com outras viaturas ou equipamentos de trabalho também não podai ser avaliado por este método.

Com a aplicação do método NTP 330 a maior parte dos riscos situa-se no nível de intervenção II, o que pode indicar que as tarefas a realizar são susceptíveis à ocorrência de acidentes. A existência de 23% dos riscos avaliados com nível I, reforça a ideia que este método está desfasado da realidade para esta atividade.

O NTP330 é influenciado pela subjetividade da avaliação do nível de consequência feita pelo aplicador assim como pelo histórico de acidentes da empresa.

Com a aplicação do método William Fine, ficamos com a percepção que este método não se adequa à avaliação dos riscos dos trabalhos em vala e em atividades com movimentação de equipamentos ou viaturas.

A existência de quase um terço dos riscos avaliados (32%), com resultados da avaliação em que os observadores se distribuíram em 4 mesmo nos 5 níveis de avaliação possíveis, substancia a opinião que a aplicação do William Fine, como único método de avaliação, nas atividades analisadas pode provocar facilmente um excesso nas medidas de prevenção a aplicar ou pelo contrario minimizar o risco, aumentando assim a propensão para o acidente.

Como o NTP330, o método William Fine, é influenciado pelo histórico de acidentes da empresa. Este método que é extremamente influenciado pela subjetividade do aplicador, no que diz respeito à quantificação dos danos corporais e materiais e à avaliação da exposição ao risco.

Considerando o histórico de acidentes de trabalho nesta atividade, e tendo em conta a experiência do autor e conhecimento das tarefas realizadas em valas urbanas, o MIAR reflete, de melhor forma, a realidade da atividade.

6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

6.1 Conclusões

A segurança em trabalhos de abertura de vala é um tema de elevada importância principalmente quando desenvolvida em ambiente urbano. As valas em ambiente urbano caracterizam-se pela densidade de infraestruturas encontradas e pela exiguidade de espaço para a normal circulação viária e de transeuntes durante os trabalhos. Alguns desses trabalhos de abertura de vala dependem da perceção e experiência dos trabalhadores no local, devido à inexistência ou desatualização dos cadastros de infraestruturas enterradas do local.

A imprevisibilidade dos condicionantes do local e a envolvente à obra, são os principais perigos e riscos da abertura de vala nestes locais.

É fundamental desenvolver e aplicar métodos, para melhorar a segurança nos trabalhos urbanos, e isso passa também por identificar ou definir uma metodologia de identificação de perigos e avaliação dos riscos que reduza a influência da subjetividade do aplicador tornando-se assim um fator de melhoria ao invés de ser mais uma variável.

A legislação nacional, existente para os trabalhos em vala, foi elaborada em 1958 e pensada para locais sem limitações urbanísticas, tornando-se impossível em alguns casos a sua aplicação aos trabalhos de abertura de vala em ambiente urbano presentemente.

A presente dissertação permitiu o desenvolvimento duma metodologia, que foi anteriormente objeto de estudo na indústria química e na armazenagem, com resultados promissores, e também, permitiu a sua comparação com outras duas metodologias, que são habitualmente aplicadas na indústria da construção civil.

Um dos objetivos desta dissertação e base para uma avaliação credível das metodologias avaliadas, foi a análise exaustiva da atividade para identificação dos perigos e dos riscos de forma a orientar o aplicador para os aspetos mais relevantes. Os observadores foram informados de que poderiam identificar novos perigos e riscos e avaliá-los se os achassem prementes, essa oportunidade não foi utilizada por nenhum observador.

O método NTP330 coloca quase todos os riscos como sendo situações a corrigir ou mesmo críticas. Dificilmente pelo método NTP330, um risco é avaliado como a “não intervir, salvo se justifique por uma análise mais precisa”. Esta situação é evidenciada pela aplicação do nível de intervenção IV, em 0,36% das situações avaliadas.

A metodologia NTP330 leva a algumas situações em que uns observadores considerem que o risco não é avaliável e outros observadores, consideram que a “situação é crítica e de correção urgente”. As situações levam à descredibilização das medidas a aplicar para a prevenção e minimização dum risco. Esta metodologia é influenciada pela subjetividade da avaliação do nível de consequência feita pelo aplicador, assim como pelo histórico de acidentes da empresa.

O método William Fine, é um método que extremamente influenciado pela subjetividade do aplicador, tendo 32% dos riscos, sido avaliados com 4 ou mesmo 5 níveis pelos diversos observadores, numa escala que tem 5 níveis possíveis de avaliação

Como o NTP330, o método William Fine, é influenciado pelo histórico de acidentes da empresa. Este método que é extremamente influenciado pela subjetividade do aplicador, no que diz respeito à quantificação dos danos corporais e materiais e à avaliação da exposição ao risco.

A metodologia de William Fine assim como a metodologia NTP330, não tem em consideração o número de trabalhadores expostos a determinado risco

O método MIAR embora não seja totalmente consensual, consegue que o resultado da avaliação do mesmo risco por diversos observadores seja a mais aproximado possível.

Devido às limitações na obtenção de um maior número de avaliações, não foi possível obter uma massa crítica que substanciasse na sua plenitude a homogeneidade da metodologia MIAR, limitando assim a sua análise estatística.

Em virtude dos resultados obtidos, pode-se concluir que os objetivos propostos foram alcançados. A metodologia proposta permite a identificação de perigos e avaliação dos riscos, em que o fator subjetividade do aplicador está minimizado, em comparação com as outras duas metodologias. Para a atividade de abertura de vala em ambiente urbano, a MIAR encontra-se validada. Esta validação não exclui em nenhum momento, novos desenvolvimentos da metodologia nesta atividade e especialmente em outras atividades ligadas à construção civil.

Em conclusão o MIAR é um método que é influenciado por critérios concretos para cada atividade, como o tempo de exposição e extensão do impacto. Esta sua característica beneficia-o em comparação com os outros dois métodos aplicados.

O MIAR proporciona resultados credíveis, no entanto ainda não são totalmente livres do fator subjetividade do aplicador, e está ajustado à realidade das atividades desenvolvidas na abertura de vala.

A MIAR deve ser uma metodologia a ser considerada na avaliação de segurança da atividade de abertura de vala em ambiente urbano.

6.2 Perspetivas Futuras

O trabalho realizado no desenvolvimento desta dissertação permitiu identificar alguns aspetos para o desenvolvimento futuro.

Nesta dissertação a Metodologia MIAR foi aplicada na atividade de abertura de vala, num ambiente muito especial que é o ambiente urbano. Futuramente poderá estender-se a sua aplicação a todos os trabalhos de movimentação de terras.

De igual modo, será também muito interessante a aferição dos resultados obtidos à avaliação efetiva do risco.

7 BIBLIOGRAFIA

- ACT - Autoridade para as Condições de Trabalho. (2012). Atividade de Inspeção do Trabalho - 2011.
- ACT - Autoridade para as Condições de Trabalho. (2011). Relatório de Actividades 2010.
- ACT - Autoridade para as Condições de Trabalho. (2013). Atividade de Inspeção do Trabalho - 2012.
- ACT - Autoridade para as Condições do Trabalho. (2010). Relatório Anual de Actividades 2009.
- Antunes, F. A., Baptista, J. S., & Diogo, M. T. (2010). *Methodology of integrated evaluation of environmental and occupational risks*. Guimaraes: Portuguese Soc Occupational Safety & Hygiene.
- Antunes, F. J. A. (2009). *Metodologia integrada de avaliação de impactes ambientais e de riscos de segurança e higiene ocupacionais*. Porto:: [s. n.].
- Lei n.º 7/2009 de 12 de Fevereiro - Código do Trabalho. *Diário da República n.º 30/2009 I Série* Assembleia da República.
- Lei n.º 102/2009 - regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho. *Diário da República n.º 176/2009 Série I* Assembleia da República.
- Lei n.º 3/2014 de 28 de Janeiro - Alteração à Lei n.º 102/2009. *Diário da República n.º 19/2014 I Série - A* Assembleia da República.
- DIN 4124 (2012). Excavations and Trenches. Berlin:Berliner Wasserbetriebe.
- Dėjus, T., & Antuchevičienė, J. (2013). Assessment of health and safety solutions at a construction site. *Journal of Civil Engineering and Management*, 19(5), 728-737. doi: 10.3846/13923730.2013.812578
- Faber, M. H., & Stewart, M. G. (2003). Risk assessment for civil engineering facilities: critical overview and discussion. *Reliability Engineering & System Safety*, 80(2), 173-184. doi: 10.1016/s0951-8320(03)00027-9
- Gould, J. (2000). *Review of hazard Identification Techniques* (U. Health and Safety Laboratory Ed.).
- Hong, E.-S., Lee, I.-M., Shin, H.-S., Nam, S.-W., & Kong, J.-S. (2009). Quantitative risk evaluation based on event tree analysis technique: Application to the design of shield TBM. *TUNNELLING AND UNDERGROUND SPACE TECHNOLOGY*, 24(3), 269-277. doi: 10.1016/j.tust.2008.09.004
- ISO 9001 (2008) . Sistemas de Gestão da Qualidade. Requisitos. . Documentos Impressos. Lisboa:IPQ (Instituto Português de Qualidade).
- NP 4397 (2008). Sistema de gestão da segurança e saúde do trabalho - requisitos. Documentos impressos. Lisboa:IPQ (Instituto Português de Qualidade).
- Kentel, E., & Aral, M. M. (2004). Probabilistic-fuzzy health risk modeling. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 18(5), 324-338. doi: 10.1007/s00477-004-0187-3
- Marques, A. M. P. (2007). *Análise de acidentes de trabalho serviços de manutenção*. Porto:: [s. n.].
- Decreto Regulamentar n.º 22-A/98 de 1 de Outubro - Regulamento de Sinalização de Trânsito. *Diário da República n.º 227/98 I Série -B* (227).Ministério da Administração Interna.
- Decreto de Lei n.º 220/2008 de 12 de Novembro - Regime Jurídico de Segurança Contra Incêndio. *Diário da República n.º 220/2008 Série I* Ministério da Administração Interna.
- Decreto-Lei n.º 103/2008 de 24 de Junho - Regulamento para a Colocação no Mercado e Entrada em Serviço das Máquinas. *Diário da República n.º 120/2008 I Série* Ministério da Economia e da Inovação.
- Decreto de Lei n.º 214/95 de 18 de Agosto - Condições de utilização e de comercialização de máquinas usadas. *Diário da República n.º 190/95 I Série-A* Ministério da Indústria e Energia.
- Decreto-Lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro - Prescrições mínimas de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de trabalho. *Diário da República n.º 40/2005 I Série - A* Ministério das Actividades Económicas e do Trabalho.

Portaria n.º 58/2005 de 21 de Janeiro - Estabelece as Normas Relativas as Condições de Emissão dos Certificados de Aptidão Profissional (CAP), Relativos aos Perfis Funcionais de: Condutor(a)-Manobrador(a) de Equipamentos de Movimentação de Terras; Condutor(a)-Manobrador(a) de Equipamentos de Elevação. *Diário da República n.º 15/2005 I Série-B* Ministério das Actividades Económicas e do Trabalho.

NTP 278 (1998). Zanjās: prevención del Desprendimiento de tierras. Madrid:Ministerio de Trabajo Y Asuntos Sociales Españā.

Decreto-Lei n.º 348/93 de 1 de Outubro - Prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamento de protecção individual no trabalho. *Diário da República n.º 231/93 - I Série* Ministério do Emprego e da Segurança Social.

Decreto de Lei n.º 330/93 de 25 de Setembro - Prescrições mínimas de segurança e de saúde na movimentação manual de cargas. *Diário da República n.º 226/93 - I Série-A* Ministério do Emprego e da Segurança Social.

Decreto-Lei n.º 182/2006 - prescrições mínimas de segurança e saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído. *Diário da República n.º 172/2006 I Série - A* Ministério do Trabalho e da Segurança Social.

Decreto de Lei n.º 46/2006 de 24 de Fevereiro- Prescrições Mínimas de Segurança e Saúde Respeitantes à Exposição dos Trabalhadores aos Riscos Devidos a Vibrações Mecânicas. *Diário da República n.º 40/2006 I série -A* Ministério do Trabalho e Segurança Social.

Decreto n.º 41820 de 11 de Agosto - Promulgação de várias disposições atinentes à segurança e protecção do trabalho nas obras de construção civil. *Diário da República n.º 175/58 Serie I* Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social.

Decreto n.º 41821 de 11 de Agosto - Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil. *Diário da República n.º 175/58 Serie I* Ministérios das Obras Publicas e das Corporações e Providência Social.

Decreto-Lei n.º 273/2003 de 29 de Outubro - Prescrições Mínimas de Segurança e Saúde no Trabalho a Aplicar em Estaleiros Temporários ou Móveis. *Diário da República n.º 251/2003 I Série-A* Ministério da Segurança Social e do Trabalho.

Nilsen, T., & Aven, T. (2003). Models and model uncertainty in the context of risk analysis. *Reliability Engineering & System Safety*, 79(3), 309-317. doi: 10.1016/s0951-8320(02)00239-9

Nunes, F. (2006). *Segurança e Higiene do Trabalho - Manal Técnico* (T. Editora Ed. 1ª ed.).

Pender, S. (2001). Managing incomplete knowledge: Why risk management is not sufficient. *International Journal of Project Management*, 19(2), 79.

Pereira, R. A. d. J. Q. (2010). *Aplicação e metodologia integrada de avaliação de riscos de SHO e impactes ambientais*. Porto:: [s. n.].

Portaria 1456-A/95 - Prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e de saúde no trabalho. 11 de Dezembro republica, A. d.

Silva, R. A. F. (2010). *Aplicação do Método Integrado de Avaliação de Impactes Ambientais e Riscos Ocupacionais nos processos de cordoaria sintética e natural*. Porto:: [s. n.].

Tam, C. M., Zeng, S. X., & Deng, Z. M. (2004). Identifying elements of poor construction safety management in China. *Safety Science*, 42(7), 569-586. doi: 10.1016/j.ssci.2003.09.001

Tixier, J., Dusserre, G., Salvi, O., & Gaston, D. (2002). Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 15(4), 291-303. doi: 10.1016/s0950-4230(02)00008-6

OSHA 1926 (2009). Safety and Health Regulations for Construction, Subpart P - Excavation. USA:Unites States Department of Labor.

Wang, J., & Ruxton, T. (1997). A Review of Safety Analysis Methods Applied to the Design Process. *Journal of Engineering Design*, 8(2), 131-152. doi: 10.1080/09544829708907957

ANEXOS

Os anexos desta dissertação encontram-se em formato de DVD, tendo o seguinte conteúdo:

Anexo 1 – Tabelas de Avaliação dos Riscos Implementadas

Anexo 2 – Vídeo utilizado na Avaliação dos Riscos

Anexo 3 – Tabelas de Avaliação dos Riscos Preenchidas